# DEUTSCHE FUNK TECHNIK

RADIO · FERNSEHEN · ELEKTROAKUSTIK

2. JAHRGANG / NR. 11
LEIPZIG / NOVEMBER 1953





FACHBUCHVERLAG GMBH LEIPZIG

## Aus dem Inhalt



**Titelbild:**

Der Dreimaststützpunkt auf dem Collmberg bei Oschatz stellt eine Kombination von drei in einem gleichseitigen Dreieck aufgestellten Türmen von 25 m Höhe dar. Zum Abstrahlen der Dezimeterwellen dient links der 4-m-Spiegel für die Bildsignale, rechts der 1,5-m-Spiegel für die Tonsignale.

(Werkfoto)

## Die Rundfunkwellenausbreitung im September 1953

*Mitteilung aus dem Observatorium Kühlungsborn, Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR*

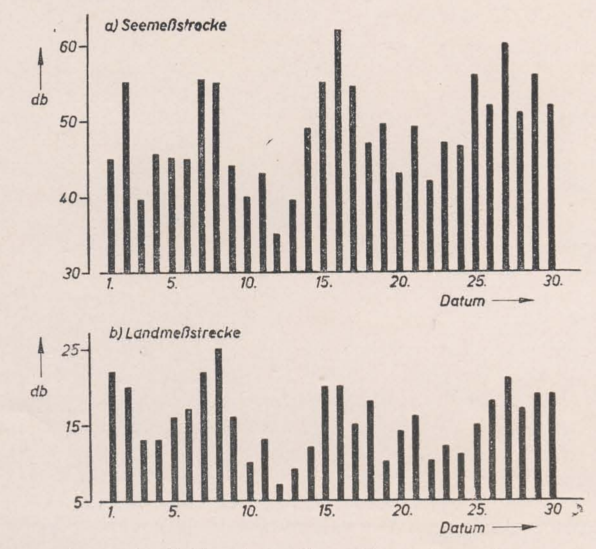
### Lang-, Mittel- und Kurzwelle

Der Übergang zu herbstlichen Bedingungen brachte bei abnehmender Tagesdämpfung der D-Schicht und zunehmenden Grenzfrequenzen der $F_2$-Schicht allgemein verbesserte Ausbreitungsbedingungen. Gleichzeitig traten aber auch mit größerer Häufigkeit und Intensität durch solare Korpuskularstrahlung bedingte Ionosphärenstürme auf. Diese Störungen haben meist einen ausgeprägten doppelten Jahresgang mit Maxima zu den Äquinoxien und Minima im Sommer und Winter. Eine starke Ionosphärenstörung, die sich in der Ionosphäre bereits am 2. 9. ankündigte, setzte am 3. 9. abends voll ein und klang erst am 5. 9. aus. Daran schloß sich ein verhältnismäßig ungestörter Zeitraum bis zum 17. des Berichtsmonats. Der in den späten Abendstunden des 18. beginnende und auf Grund der 27tägigen Wiederholungsneigung (Sonnenrotation) erwartete Ionosphärensturm brachte in den Folgetagen bis zum 24. 9. stärker herabgesetzte Ausbreitungsmöglichkeiten. Entsprechend den ionosphärischen Störungen wies auch die Tagessumme der dreistündigen erdmagnetischen Kennziffern, die als Maß für die ionosphärische aufgeprägte Unruhe des erdmagnetischen Feldes verwendet werden, hohe Werte am 3. und 4. und vom 19. bis 24. des Berichtsmonats auf. Dr. La.

### Ultrakurzwellen

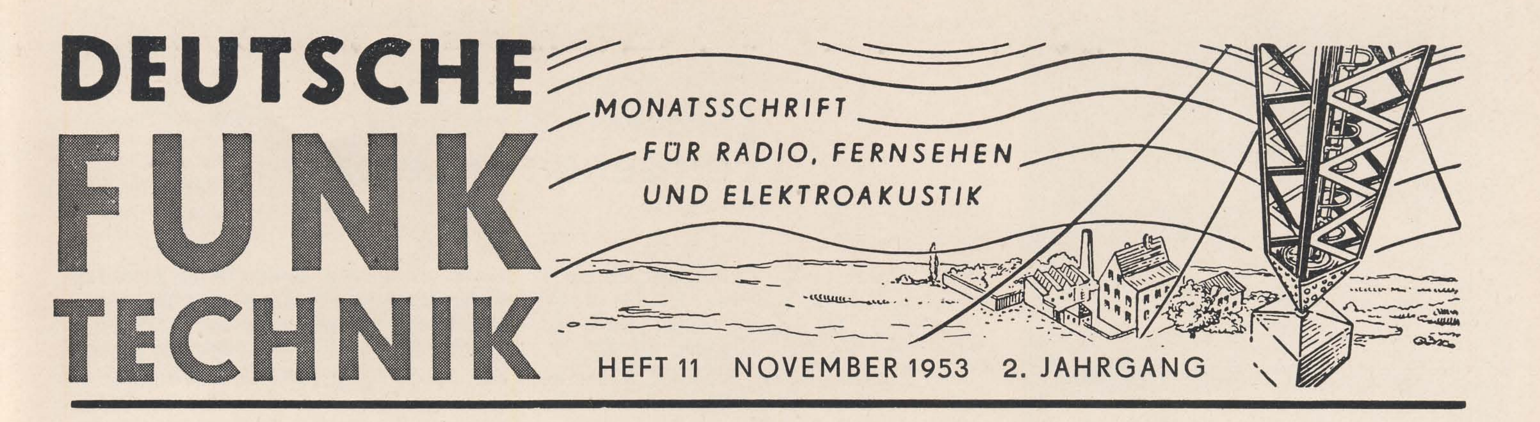
Innerhalb stabil geschichteter Warmluftmassen kam es am Nachmittag des 1. 9. und am Vormittag des 2. 9. zu sehr guten Fernempfangsbedingungen, die Feldstärken von Sendern in 200 bis 400 km Entfernung lagen durchschnittlich 30 db über dem Normalwert. Weitere Empfangsspitzen waren bei Beendigung von Hochdrucklagen am 8. 9. und 27. 9. jeweils abends festzustellen. So fielen westdeutsche Sender in den Abendstunden des 8. 9. mit Feldstärken ein, die den Normalwert bis zu 40 db überschritten. Eine Hochdrucklage in der Mitte des Monats führte am 16. 9. vor allem auf den Meßstrecken der Ostsee zu Überreichweitenbedingungen. In der Zeit vom 9. bis 13. 9. lagen die Feldstärkewerte unter dem Einfluß instabiler Meereskaltluft allgemein leicht unter dem Normalwert.

Um die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen an den einzelnen Tagen des Monats September zu veranschaulichen, sind in dem Bild die Tagesmittelwerte der Feldstärken einer Seemeßstrecke in 180 km und einer Landmeßstrecke in 200 km Entfernung wiedergegeben. Durch die Mittelbildung über einen Tag kommen kurzfristige kräftige Anstiege, wie zum Beispiel am Vormittag des 2. 9., nicht so klar zum Ausdruck. Gut zeigt sich dagegen der Einfluß der Hochdruckperioden vom 5. bis 8. 9., vom 14. bis 16. 9. und vom 25. bis 27. 9., der auf beiden Meßstrecken zu einer stetigen Zunahme der Feldstärke führt. Als Folge des schwächeren Tagesganges über See (geringerer Rückgang der Feldstärken in den Mittagsstunden, vgl. hierzu Monatsbericht August 1953) ist dabei der Feldstärkeanstieg in den Tagesmittelwerten auf der Seemeßstrecke meist kräftiger ausgeprägt als auf der Landmeßstrecke. Kl.




Tagesmittelwerte der Feldstärke in db im Monat September 1953
a) Seemeßstrecke Kopenhagen — Kühlungsborn
b) Landmeßstrecke Berlin — Kühlungsborn


**Redaktion:** Ing. Horst Baier (Chefredakteur), Ing. Karl Kiehle, Berlin-Treptow, Puschkinallee 3. Fernruf 67 87 41 und 67 71 47. — **Verlag:** Fachbuchverlag GmbH, Leipzig W 31, Karl-Heine-Str. 16, Fernruf: 41743, 42163 und 42843. — Postscheckkonto: Leipzig 137 23. Bankkonto: Deutsche Notenbank Leipzig 1879. Kenn-Nr. 21 355. — Erscheint einmal im Monat. — Bezugspreis: Einzelheft 2,— DM. In Postzeitungsliste eingetragen. — Bestellungen über die Postämter, den Buchhandel, beim Verlag oder durch die Beauftragten der ZZW. — **Anzeigenverwaltung:** DEWAG-Werbung, Deutsche Werbe- und Anzeigengesellschaft, Filiale Leipzig, Leipzig C 1, Katharinenstr. 3, Fernruf: 2 00 83. Telegrammanschrift: Dewagwerbung Leipzig, Postscheck: Leipzig 122 747 und sämtliche DEWAG-Filialen. — **Druck:** Tribüne Verlag und Druckereien des FDGB/GmbH Berlin, Druckerei III Leipzig III/18/36. — Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 1129 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik.




# Unser Arbeiter- und Bauernstaat

Als das deutsche Volk im Jahre 1945 nach dem Sieg der Sowjetvölker über die faschistische Barbarei vor den Trümmern seiner Städte stand, war jeder anständige Mensch nur von dem einzigen Willen beseelt, den zerstörenden Kräften unseres Volkes ein für allemal Einhalt zu gebieten. Tausende von deutschen Arbeitern, Männern und Frauen aller politischen Richtungen haben sich damals in der Erkenntnis dieser Tatsachen das Ziel gesetzt, für alle Zeiten in Deutschland den imperialistischen Nutznießern zweier Weltkriege das Handwerk zu legen. Sollte diese Pflicht erfüllt werden, mußten zwangsläufig die Einheit der Arbeiterklasse, die Gründung einer einheitlichen disziplinierten Arbeiterpartei in unserer deutschen Heimat Voraussetzung sein. Dieses Ziel hätte damals auch ohne weiteres in ganz Deutschland verwirklicht werden können, wenn sich nicht die imperialistischen Westmächte in ihren Machtbereichen schützend vor das deutsche Großkapital usw. gestellt hätten. In unserem Teil Deutschlands gelang es jedoch den demokratischen Kräften, diese Reaktionäre vollkommen zu entmachten. Seitdem haben die Werktätigen bei uns unter Führung der Arbeiterklasse Erfolge errungen, die in der bisherigen Geschichte Deutschlands beispiellos sind. Die Arbeiter wurden Herren der Betriebe, die Landarbeiter und werktätigen Bauern Herren der eigenen Scholle, die ihnen vor Jahrhunderten von der Junker- und Ausbeuterklasse gestohlen worden war. Zum ersten Male arbeiteten in unserer deutschen Heimat die Werktätigen nicht mehr für den kapitalistischen Maximalprofit, sondern allein für das Wohl des schaffenden Volkes. Die volkseigene Industrie konnte von Jahr zu Jahr immer größere Summen an den Staatshaushalt abführen, die dann der Gesamtheit wiederum in irgendeiner Form zugute kommen konnten. Unter der gleichzeitigen Führung eines konsequenten Kampfes gegen alle Volksfeinde wurde dann im jetzigen Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik allmählich ein volksverbundenes und in jeder Hinsicht stark untermauertes Wirtschafts- und Staatsgefüge gebildet. Es entstand auf deutschem Boden zum ersten Male ein friedliebender Staat, ein Staat der Arbeiter und Bauern, der in enger Verbundenheit mit der Sowjetunion, den Volksdemokratien und den anderen friedliebenden Kräften in der Welt den Weg für ein einheitliches demokratisches Deutschland konsequent vorbereitet. Die deutschen patriotischen Kräfte haben damit der Welt bewiesen, daß es wohl möglich ist, ein friedliebendes Deutschland aufzubauen, das jederzeit bereit ist, der Sache des Friedens zu dienen und seine Angelegenheit auf der Basis der Völkerverständigung selbst zu regeln.

Noch niemals hat ein deutscher Staat soviel Mittel für friedliche und kulturelle Zwecke ausgegeben wie der unsrige. Besonders den Kindern der Arbeiter und werktätigen Bauern stehen heute in unserer Deutschen Demokratischen Republik alle Berufe ohne Einschränkung offen. Lohnerhöhungen und Preissenkungen sind bei uns reale Faktoren, die in einem kapitalistischen Wirtschaftssystem undenkbar wären.

In jeder Weise spüren so unsere Werktätigen die Fürsorge unserer Volksregierung auf allen Gebieten des täglichen Lebens und der Wirtschaft. Es ist den berufenen Männern und Frauen bestimmt nicht leicht gefallen, die zertrümmerte Wirtschaft aus eigener Kraft nach den in Deutschland völlig neuen demokratischen Gesichtspunkten aufzubauen. Hieran sollte man sich bei jeder Kritik ernsthaft erinnern! Die Popularisierung des Aufbaus des Sozialismus in unserer Heimat im vorigen Jahr setzte dann die logische Weiterentwicklung unserer demokratischen Prinzipien in Staat und Wirtschaft fort. Freilich wurden trotz des richtigen Weges auch Fehler begangen, indem man im besonderen die nationale Frage und die damit verbundenen Wirtschaftsprobleme unterschätzte. Es wurde außer acht gelassen, daß wir als demokratischer Staat fest auf die Wirtschaftskraft des Weltfriedenslagers rechnen konnten und wirtschaftlich das nahe Ziel der nationalen Einheit in vollem Umfange berücksichtigen mußten. Durch die Nichtbeachtung dieser Gesichtspunkte entstanden so bei uns u. a. Disharmonien im Wirtschaftsablauf, indem zusätzliche Aufgaben in den Fünfjahrplan einbezogen bzw. Planpositionen vorverlegt wurden. Unsere Volksregierung erkannte dann sehr schnell die durch diese Maßnahmen entstandenen Fehler und aufgetretenen Schwächen und beseitigte sie durch den neuen Kurs. Der Erkenntnis folgte unmittelbar die Tat. Der neue Kurs erfordert im Zuge seiner konsequenten Durchführung gleichzeitig eine systematische Festigung der demokratischen Ordnung und strenge Einhaltung einer demokratischen Gesetzlichkeit. Wir müssen daher die Aufgaben des neuen Kurses zur Erreichung des besseren Lebens und der baldigen Einheit Deutschlands unbürokratisch mit Schwung und Optimismus lösen, damit die von uns geschaffenen Verhältnisse zu einem Anziehungspunkt für die Werktätigen ganz Deutschlands werden. Die Adenauer-Regierung geht nach den westdeutschen Fehlwahlen in Erkenntnis dieser für sie gefährlichen Dinge offen dazu über, die wachsende Aktionseinheit der arbeitenden Menschen durch Zerschlagen der Arbeiterorganisationen usw. schärfstens zu unterbinden und die imperialistischen Kriegsvorbereitungen gegen das Friedenslager im Interesse des Weltimperialismus zu betreiben. Das ganze deutsche Volk muß sich dagegen mit allen ihm zur Verfügung stehenden Kräften wehren.

Der neue Kurs der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands und der Regierung der Deutschen Demokratischen Republik wird mit Hilfe unserer werktätigen Bevölkerung seinen Teil zur erfolgreichen Durchführung dieses Kampfes beitragen. Die selbstlose Unterstützung durch die Sowjetunion und das Weltfriedenslager ist im weiteren Sinne der Garant dafür, daß die Ziele unseres neuen Kurses auch auf internationaler Ebene unterstützt und verwirklicht werden.

Deutschland steht so wieder einmal in der Geschichte zwischen Krieg und Katastrophe auf der einen Seite bzw. Frieden, Glück und Wohlstand auf der anderen Seite. Das Zünglein an der Waage richtig zur Neigung zu bringen, ist nun die geschichtliche Aufgabe, die wir Werktätigen zu erfüllen haben, indem wir den neuen Kurs mit aller Kraft unterstützen. Gemeinsam werden wir so die Einheit Deutschlands schmieden und dadurch in der nahen Zukunft den Traum unserer Väter in ganz Deutschland verwirklichen:

„Einen Staat der Arbeiter und Bauern"!

Darum wollen wir zu keiner Stunde Amboß, sondern ständig Hammer sein.

*Horst Baier*



Das Fernsehzentrum Berlin-Adlershof ist der Ausgangspunkt der Relaisstrecke

# Fernsehen in Leipzig

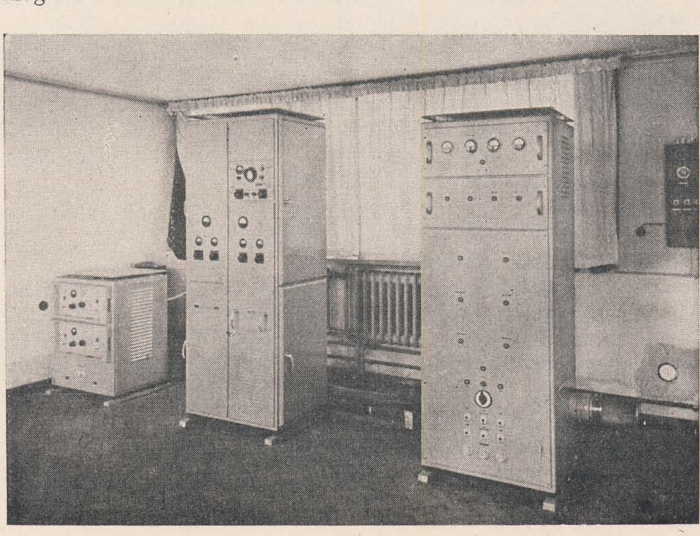
Mit Beginn der Leipziger Messe am 30. 8. 1953 wurde der Fernsehsender der Deutschen Post in Leipzig erstmalig in Betrieb genommen. Die nunmehr vorliegenden vorläufigen Ergebnisse zeigen, daß der Sender durchaus die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen wird. Es handelt sich um einen 3-kW-Bildsender und einen 600-W-Tonsender. Die Herstellerfirma, der VEB Sachsenwerk Radeberg HV-RFT, trat damit erstmalig als senderbauender Betrieb in Erscheinung. Über die Aufbauweise des Senders wird in weiteren Veröffentlichungen eingegangen, so daß in diesem Artikel auf Einzelheiten verzichtet wird.

Interessant ist die Tatsache, daß die Antenne auf dem Karl-Marx-Hochhaus mit einer Höhe von 24 m errichtet wurde. Das Karl-Marx-Hochhaus selbst mit seiner Höhe von 46 m stellt einen der höchsten Punkte in Leipzig dar. Trotz der an sich verhältnismäßig geringen Abstrahlhöhe der Antenne, insgesamt also rund 70 m, zeigen sich beachtliche Ergebnisse. Die aus dem Lageplan ersichtlichen Orte innerhalb des 45-km-Kreises sind die bis jetzt geprüften Orte mit guter Empfangsmöglichkeit.

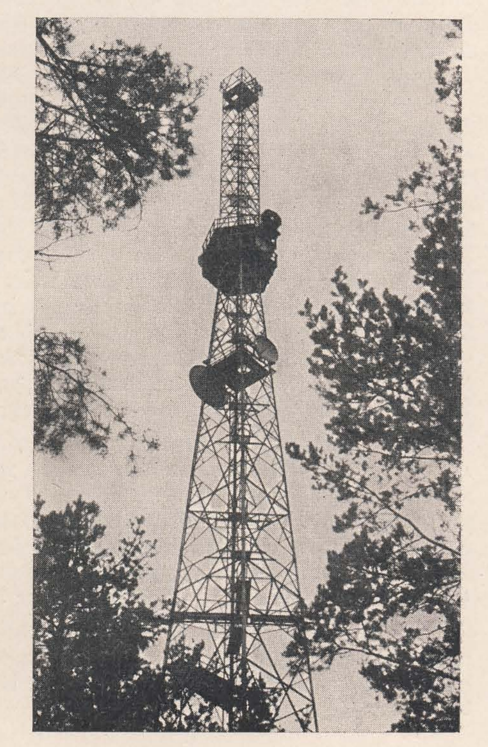
Im Umkreis von 20 km wurden noch Empfangsfeldstärken von 1,7 bis 2 mV festgestellt. In Leipzig selbst liegt die Feldstärke im Durchschnitt bei 60 mV.

Zur Antenne ist im einzelnen zu sagen, daß es sich um einen Diplexer handelt, der also Bild und Ton gleichzeitig zur Ausstrahlung bringt. Die Schmetterlinge, von denen jeder eine frequenzbedingte Abmessung von etwa 4 m Höhe hat, sind in zwei Ebenen übereinander an einem Gittermast angeordnet. Auf den Gittermast wurde zusätzlich ein Rohrmast aufgesetzt, an dem die Dipole für den UKW-Sender befestigt wurden.

Wie kommt nun die Modulation von Berlin-Adlershof nach Leipzig? Im Fernsehzentrum Berlin-Adlershof wird die Modulation von der Kamera bzw. dem Filmabtaster abgenommen und der Dezimeterstelle, die im Turm des Fernsehzentrums untergebracht ist, zugeführt. Von hier ab übernimmt die Deutsche Post das Programm des Staatlichen Rundfunkkomitees und ist für die weitere Technik bis zur Abstrahlung am Fernsehsender FS 873 in Leipzig verantwortlich. Für das Bild ist das Richtverbindungsgerät RVG 904 B und für den Ton das Richtverbindungsgerät RVG 905 A, beide im Sachsenwerk Radeberg entwickelt, zur Abstrahlung über die entsprechenden Spiegel in Richtung nach Stülpe vorgesehen. Um den Schwierigkeiten, die sich bei der Überbrückung der Höhe von Alt-Glienicke südlich von Adlershof ergaben, begegnen zu können, wurde auf dem bekannten Turm des Fernsehzentrums durch Errichten einer 7 m hohen Stahlbrücke eine Aufstockung vorgenommen. An dieser Stahlbrücke wurde je ein Parabolspiegel für das Bild und für den Ton befestigt. Der Spiegel für das Bild hat einen Durchmesser von 4 m, der für den Ton einen solchen von 1,5 m. Von Adlershof aus wird die Strecke über einen Turm bei Stülpe geführt. Dieser Turm hat eine Höhe von 100 m und befindet sich auf einem Berg von etwa 300 m Höhe. In 60 m Höhe sind in der ankommenden Richtung von Berlin her ein 2,5-m-Spiegel für die Bildfrequenz und in 80 m Höhe ein 1,5-m-Spiegel für die Tonfrequenz montiert. Durch Kabel wird die Modulation der am Turmfuß befindlichen Relaisstelle zugeführt und über die Relaisstelle wieder zu den am Turm in Richtung Oschatz angebrachten Sendespiegeln weitergeleitet. Für die außerordentlich weite Entfernung zwischen Stülpe und Oschatz von 83 km ergab sich die Notwendigkeit, gleichfalls für das Bild einen größeren Spiegel einzusetzen. Es wurden also auch hier ein 4-m-Spiegel für das Bild und ein 1,5-m-Spiegel für den Ton verwendet. Von Stülpe nach Oschatz gibt es keinerlei Zwischenstellen. Der Collmberg in Oschatz wurde zur Gegenstation von Stülpe, wo die Industrie im Auftrage der Deutschen Post, die ihrerseits die gesamte Planung und Leitung in den Händen hat, einen sogenannten Dreimaststützpunkt errichtete. Dieser Dreimaststützpunkt stellt eine Kombination von drei in einem gleichseitigen Dreieck von 12 m Kantenlänge aufgestellten Türmen von 25 m Höhe dar. An der Spitze sind diese Türme durch eine dreieckige Plattform (Stahlkonstruktion) miteinander verbunden, so daß die Möglichkeit gegeben ist, in alle in Frage kommenden Richtungen zusätzliche Spiegel anzubringen. In der Richtung Stülpe, also ankommende Richtung von Berlin her, wurden ebenfalls für das Bild ein 4-m-Spiegel und für den Ton ein 1,5-m-Spiegel montiert. Von diesem Antennenträger wird die Modulation über



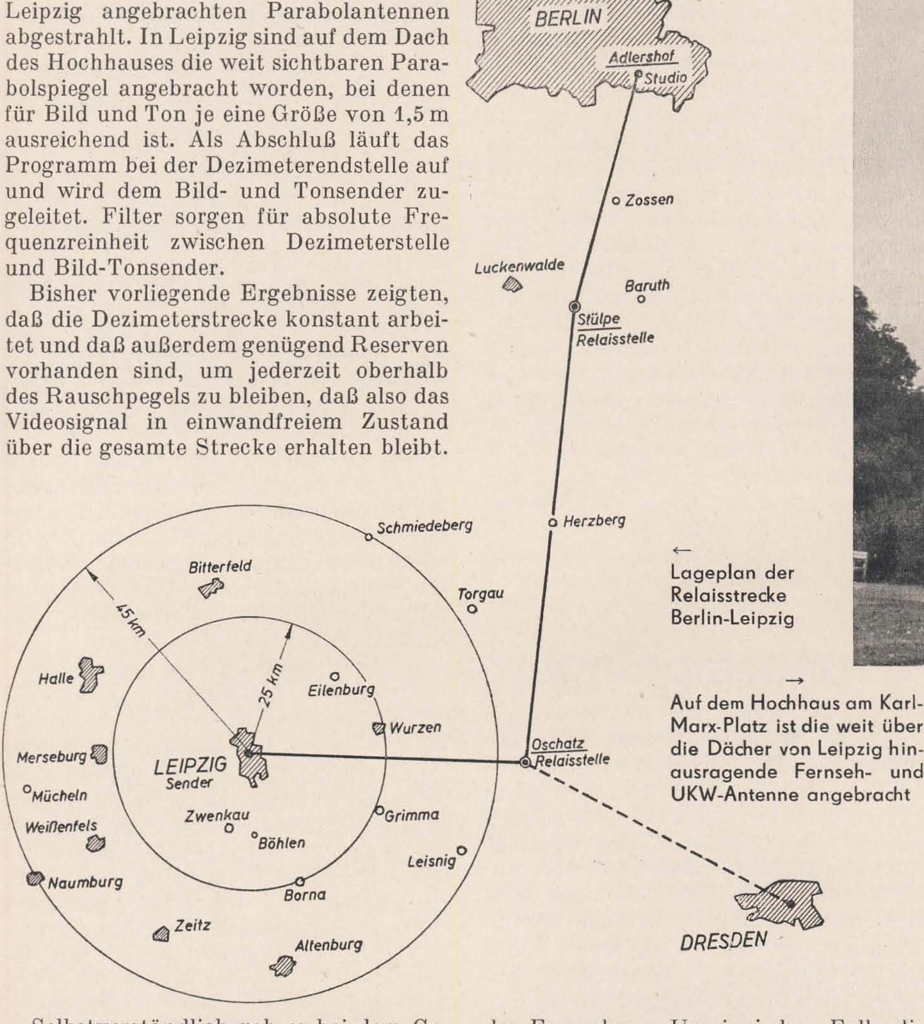
In der Mitte des Bildes ist der Bildsender des Richtverbindungsgerätes RVG 904 B, links der Tonsender des Richtverbindungsgerätes RVG 905 A und rechts das Stromversorgungsgestell im Turm des Fernsehzentrums Berlin-Adlershof zu sehen ←



Auf dem 100 m hohen Turm bei Stülpe, der ersten Relaisstelle, ist der obere Reflektor in 80 m Höhe angeordnet →

ein Kabel der am Fuße des Objektes befindlichen Relaisstelle zugeleitet, verstärkt und wieder über die in Richtung Leipzig angebrachten Parabolantennen abgestrahlt. In Leipzig sind auf dem Dach des Hochhauses die weit sichtbaren Parabolspiegel angebracht worden, bei denen für Bild und Ton je eine Größe von 1,5 m ausreichend ist. Als Abschluß läuft das Programm bei der Dezimeterendstelle auf und wird dem Bild- und Tonsender zugeleitet. Filter sorgen für absolute Frequenzreinheit zwischen Dezimeterstelle und Bild-Tonsender.

Bisher vorliegende Ergebnisse zeigten, daß die Dezimeterstrecke konstant arbeitet und daß außerdem genügend Reserven vorhanden sind, um jederzeit oberhalb des Rauschpegels zu bleiben, daß also das Videosignal in einwandfreiem Zustand über die gesamte Strecke erhalten bleibt.




← Lageplan der Relaisstrecke Berlin-Leipzig

→ Auf dem Hochhaus am Karl-Marx-Platz ist die weit über die Dächer von Leipzig hinausragende Fernseh- und UKW-Antenne angebracht

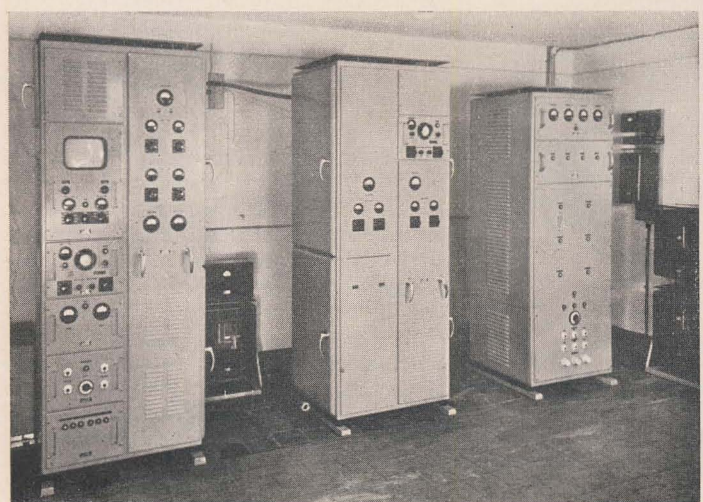
Selbstverständlich gab es bei dem Gesamtaufbau dieser Zubringerstrecke Schwierigkeiten, die nicht einfach zu beseitigen waren. Deshalb sei auch an dieser Stelle allen beteiligten Werktätigen, Technikern und Ingenieuren nochmals der Dank für die vorbildlich geleistete Arbeit im Auftrage der Deutschen Post — HV-Funkwesen — ausgesprochen.

Eine einzelne Episode herausgegriffen, beleuchtet schlagartig die Arbeitsfreudigkeit und den Einsatzwillen für die Sache des Fernsehens: Um in jedem Falle die Fertigstellung der Strecke zu garantieren, übernahmen Kollegen des Stahlbaues Lichtenberg die schwierige Aufgabe, bei stürmischem Wetter die Spiegel in Stülpe auf die Höhe von 80 m den Mast hinaufzuziehen. Was das bedeutet, kann jeder ermessen, wenn er den auf diesen Spiegeln liegenden Winddruck einmal berechnet.

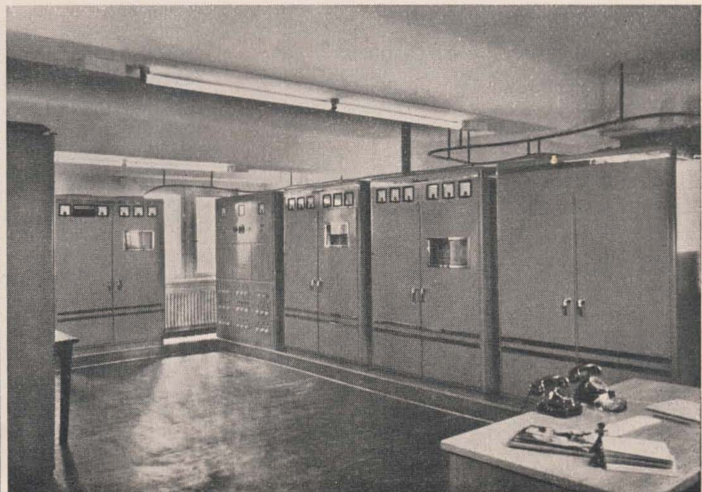
Erstaunlich ist es doch, daß die HV-Funkwesen die Strecke innerhalb der kurzen Zeit von 4 Monaten und 9 Tagen erstellte, ebenso erstaunlich und einen hohen Leistungsstand der deutschen Technik aufzeigend ist der Umstand, daß sämtliche vom Sachsenwerk Radeberg entwickelten und zur Aufstellung gebrachten Geräte, also Zubringerstrecken und Sender, „auf Anhieb" den zu erwartenden Leistungen entsprachen. Entwickler, Konstrukteure und Arbeiter des Sachsenwerks Radeberg haben hier ein schönes Zeugnis der kollektiven Zusammenarbeit abgegeben.

In der Perspektive der HV-Funkwesen ist noch in diesem Jahr die Aufstellung eines Fernsehsenders in Dresden vorgesehen. Von der bestehenden Zubringerlinie Berlin-Leipzig wird das Programm in Oschatz über einen Trennverstärker nach Dresden abgestrahlt und dort dem Fernsehsender zugeleitet werden. Für Berlin selbst wird in Kürze ein neuer Fernsehsender der Deutschen Post zur Verfügung stehen, so daß damit das bisherige Versuchsstadium als technisch überwunden angesehen werden kann.

Blick in eine Relaisstelle



Im Karl-Marx-Hochhaus ist der Fernsehsender FS 873 aufgestellt



In der vergangenen Zeit kam es darauf an, in erster Linie Erfahrungen aus dem Versuchsbetrieb und damit Erfahrungen für die Weiterentwicklung zu erhalten. Alle diejenigen, die während der Leipziger Messe in der Fernsehstraße der RFT und in den öffentlichen Fernsehstuben der Deutschen Post das Programm sahen und hörten, hatten Gelegenheit, den neuesten Stand der Fernsehtechnik kennenzulernen. Wie die Geschäftsabschlüsse zeigen und wie Messebesucher des In- und Auslandes zum Ausdruck brachten, hat die Fernsehtechnik der DDR einen durchaus soliden technischen Stand gezeigt. Wenn westdeutsche Zeitungen besonders in der letzten Zeit Hypothesen, Verunglimpfungen und ähnliches mehr über den Stand des Fernsehens in der DDR abdruckten, so dürfte der Fernsehsender Leipzig wohl die Schreiber und alle die, die ihnen glaubten, durch seine Sendungen eines Besseren belehrt haben. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß der Höchststand des Fernsehens erreicht ist, sondern daß auf dem Wege zu einem hochqualitativen Fernsehen ein großer Schritt vorwärts gemacht wurde.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß der Fernsehsender Leipzig als ständige Einrichtung der Messestadt gilt und regelmäßig das Berliner Programm ausstrahlt. Damit ist auch gleichzeitig eine Antwort auf die vielen Fragen des Publikums gegeben, das sich für das Fernsehen in Leipzig und Umgebung interessiert. Eine freudige Überraschung für die Leipziger Bevölkerung war die Einrichtung der öffentlichen Fernsehstuben. Es ist zu empfehlen, diese Einrichtung in anderen Städten, die im Bereich eines Senders liegen, zu übernehmen. Damit dürfte weiteren Kreisen der Bevölkerung die Möglichkeit gegeben werden, am Fernsehen teilzunehmen.

*Gradecki*

*WERNER TAEGER*

# Die Kippgeräte im Fernsehempfänger

Die Aufgabe der Kippeinrichtungen im Fernsehempfangsgerät besteht darin, den aufzeichnenden Strahl der Bildröhre synchron mit dem bildabtastenden Strahl auf der Sendeseite zu führen. Generell ist zwischen Ablenkeinrichtungen für statische und für magnetische Strahlbeeinflussung auf der Empfangsseite zu unterscheiden. Obwohl in der Geräteindustrie heute fast ausschließlich die magnetische Strahlablenkung angewendet wird, soll doch kurz die elektrostatische Strahlbeeinflussung behandelt werden, da diese Methode für den Bastler einige Vorteile bietet, die sich vor allen Dingen in der viel einfacheren Herstellung beim Selbstbau auswirken.

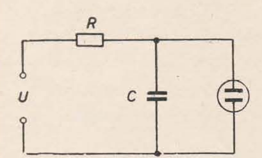


Bild 1: Blinkschaltung

Für die elektrostatische Strahlablenkung, wie sie auch bei den Oszillografenröhren benutzt wird, ist eine sägezahnförmige Spannungsschwingung zur Steuerung erforderlich, bei der magnetischen dagegen eine sägezahnförmige Stromschwingung. Sägezahnförmige Schwingungen sind verhältnismäßig leicht zu erzeugen, zum Beispiel mit der bekannten Blinkschaltung (Bild 1); ein Kondensator C wird über einen hohen Widerstand R aufgeladen, wobei dem Kondensator ein „Ventil" parallel geschaltet ist, das besondere Aufgaben zu erfüllen hat. Am einfachsten wird eine Glimmlampe als „Ventil" verwendet. Eine Glimmlampe hat die Eigenschaft, bei einer bestimmten Spannung, der Zündspannung, zu zünden und nach dem Zünden bei Erreichen eines unterhalb dieser Spannung liegenden anderen Spannungswertes zu verlöschen. Dies heißt mit anderen Worten, das „Ventil" hat einen spannungsabhängigen Widerstand, der sich außerdem sprunghaft ändert. Er springt von Unendlich bei einer Spannung $U_z$ (Zündspannung) auf einen endlichen Wert und wieder von dem endlichen Wert auf Unendlich bei einer kleineren Spannung $U_l$ (Löschspannung).

Ist nun der Kondensator C im Bild 1 bis zur Spannung $U_z$ aufgeladen (Zeitpunkt $t_1$ im Bild 2), so setzt die Glimmentladung ein, und der Kondensator entlädt sich über den kleinen Innenwiderstand der Glimmlampe; zum Zeitpunkt $t_2$ ist die Spannung bis zum Wert $U_l$ abgesunken, und die Glimmlampe verlöscht. Das Spiel beginnt von neuem, da sich nun der Kondensator wieder über den Widerstand R bis zur Zündspannung der Glimmlampe auflädt und über die Glimmlampe entladen wird usw. Beobachtet man den Spannungsverlauf dabei mit einem Oszillografen, so wird man feststellen, daß sich eine periodische Schwingung nach Bild 2, eine sogenannte Sägezahnkippschwingung, einstellt.

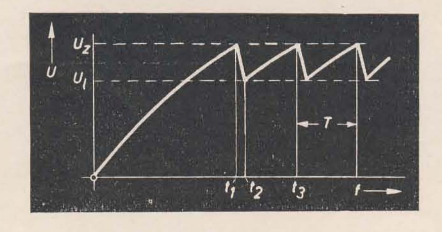


Bild 2: Sägezahnkippschwingung

Ist U die Speisegleichspannung, I der Ladestrom des Kondensators und u der Augenblickswert der Spannung am Kondensator, so gilt

$$U = u + I \cdot R, \qquad (1)$$

differenziert

$$\frac{du}{dt} + R\frac{dI}{dt} = 0. \qquad (1a)$$

Für die Ladung eines Kondensators gilt die Beziehung

$$Q = C \cdot u \text{ bzw. } \frac{dQ}{dt} = C\frac{du}{dt}; \qquad (2)$$

$$I = \frac{dQ}{dt},$$

so daß aus (1a) mit $\frac{du}{dt} = \frac{I}{C}$ folgt

$$\frac{I}{R \cdot C} + \frac{dI}{dt} = 0. \qquad (3)$$

Die Lösung von (3) lautet zusammen mit (1)

$$u = U - (U - U_e)\, e^{-\frac{t}{RC}}, \qquad (4)$$

wenn man festsetzt, daß zum Zeitpunkt $t = 0$ der Ausgangswert der Spannung die Löschspannung $U_l$ sein soll. Nun erfolgt die Aufladung des Kondensators bis zur Zündspannung $U_z$ innerhalb der Anstiegszeit $t_{an}$, für diese folgt daher aus (4), wenn man für $u = U_z$ und für $t = t_{an}$ einsetzt

$$t_{an} = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U - U_l}{U - U_z}\right). \qquad (5)$$

In einer ähnlichen kurzen Rechnung läßt sich auch die Entladezeit $t_{ent}$ des Kondensators C bestimmen. Da der innere Widerstand $R_g$ der Glimmlampe im gezündeten Zustand sehr klein gegen den Ladewiderstand R ist, wird sich für die Entladezeit ein wesentlich geringerer Wert als für die Anstiegszeit $t_{an}$ ergeben. Für den Entladestrom $I_{ent}$ gilt der Ansatz

$$-I_{ent} = C\frac{du}{dt}$$

und damit wegen $u = R_g \cdot I_{ent}$ (Spannungszeitwert)

$$\frac{dt}{R_g \cdot C} = -\frac{du}{u} \qquad (6)$$

mit der Lösung

$$t_{ent} = R_g \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_z}{U_l}\right); \qquad (7)$$

Schließlich ist die Gesamtzeit für den Hin- und Rücklauf (die Periode der Kippschwingung)

$$T = t_{an} + t_{ent}$$

$$= C\left(R \cdot \ln\frac{U - U_l}{U - U_z} + R_g \cdot \ln\frac{U_z}{U_l}\right). \qquad (8)$$

Der beschriebenen Blinkschaltung haftet aber ein grundsätzlicher Mangel an: Wie aus Bild 2 zu erkennen ist, verlaufen die Lade- und Entladekurven nicht linear, sondern nach Exponentialfunktionen (s. a. Gleichung (4)). Für eine exakte Bildwiedergabe ist es aber unbedingt notwendig, daß die den Elektronenstrahl in der Bildröhre ablenkenden Spannungen oder Ströme zum mindesten auf dem Hinwege ($t_{an}$) von ihrem Minimal- bis zu ihrem Maximalwert geradlinig ansteigen. Wenn nur etwa ein Zehntel (und zwar das letzte) der gesamten Anstiegszeit für die Ablenkspannung ausgenutzt würde, könnte man

wenigstens theoretisch die Blinkschaltung zur Erzeugung der Ablenkspannungen oder -ströme verwenden, obwohl das sehr unwirtschaftlich wäre. Man erhält aber einen völlig linearen Anstieg, wenn dafür gesorgt wird, daß der Ladestrom konstant bleibt. Ersetzt man zum Beispiel Spannungsquelle und Ladewiderstand durch eine im Sättigungsgebiet arbeitende Elektronenröhre, so läßt es sich ohne weiteres erreichen, daß die Kondensatorspannung eine lineare Funktion der Zeit wird.

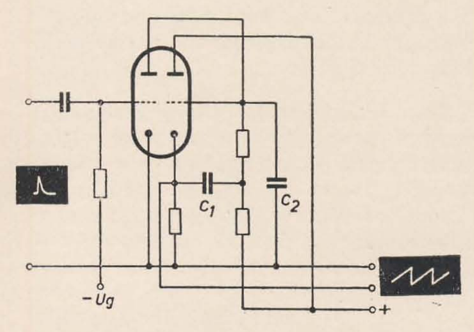



Bild 3: Sägezahngenerator

Bei dem heute gebräuchlichen Zeilensprungverfahren läuft der auf dem Bildschirm erzeugte Lichtpunkt einerseits waagerecht hin und her, andererseits bewegt er sich aber auch von oben nach unten. Bei der waagerechten Bewegung schreibt er auf dem Hinwege von links nach rechts das Bild einer Zeile, auf dem Rückwege, wo er wesentlich schneller sein muß, bleibt er jedoch dunkel. Die senkrechte Bewegung des Lichtpunktes erfolgt vom oberen zum unteren Bildrand während der Zeit, in der die sichtbaren Zeilen geschrieben werden, die Dauer der Dunkelzeilen zwischen den Halbbildern steht für den (ebenfalls schnellen) Rücklauf zur Verfügung. Die Kippfrequenzen beider Strahlbewegungen müssen äußerst genau mit den Zeilen- und Bildfrequenzen übereinstimmen. Die Bildfrequenz ist 50 Hz; die Zeilenfrequenz beträgt beim Zeilensprungverfahren $^1/_2 \cdot 50 \cdot 625 = 15625$ Hz (50 Bildwechsel in der Sekunde und 625 Zeilen).

Bild 3 zeigt einen einfach aufzubauenden Sägezahngenerator mit einer Doppeltriode. Dem stark negativen Gitter des ersten Systems der Doppeltriode werden die in der Synchronisationsstufe des Fernsehempfängers abgetrennten Steuerimpulse zugeführt, so daß nur während eines (positiven) Synchronisationsimpulses ein Anodenstrom fließen kann, während der übrigen Zeit ist die Röhre gesperrt. Durch den Anodenstrom wird der Kondensator $C_2$ entladen. Am Ende des Entladevorganges ist das Gitterpotential des zweiten Triodensystems Null geworden, während an der Katode eine geringe positive Spannung herrscht. Wenn nun der Kondensator $C_2$ wieder über die beiden Anodenwiderstände des ersten Systems positiv aufgeladen wird, steigt die Gitterspannung des zweiten Systems, im gleichen Tempo aber auch die Spannung an der Katode und die des Kondensators $C_1$. Die Ladespannung an $C_2$ steigt daher über die Speisespannung hinaus, sie verläuft nun nicht mehr exponentiell, sondern linear, so daß sich mit diesem Generator das gewünschte lineare Verhältnis zwischen Spannung und Zeit einstellt.

Schließlich ist im Bild 4 die vollständige Schaltung eines Bild- und Zeilenkippgerätes gezeigt, wie sie für Bildröhren mit elektrostatischer Ablenkung zur Anwendung kommt. Bild- und Zeilenkippgeneratoren sind gleichartig als Multivibratoren aufgebaut und unterscheiden sich nur in den Frequenzen (50 und 15 625 Hz). In der gezeigten Multivibratorschaltung mit gekoppelten Katoden und gemeinsamem Katodenwiderstand wird durch die Kondensatoren $C_1$ und $C_2$, die abwechselnd geladen und entladen werden, zwischen zweiter Anode und (—) die Sägezahnspannung erzeugt. Die Potentiometer $P_1$ und $P_2$ in den Gitterableitungen der zweiten Systeme dienen zur Frequenzregelung, während die Regelwiderstände $R_1$ und $R_2$ in den Anodenkreisen der zweiten Systeme die richtige Einstellung der Amplituden der erzeugten Sägezahnschwingungen, das heißt der Bildbreite bzw. Bildhöhe ermöglichen. Zur Verstärkung der Kippschwingungen dienen jeweils zwei nachgeschaltete Verstärkerstufen (je eine Doppeltriode), damit an den waagerechten und senkrechten Ablenkplattenpaaren der Bildröhre genügend hohe Ablenkspannungen zur Verfügung stehen.

Bei der magnetischen Strahlablenkung, die für die moderne Fernsehtechnik wesentlich wichtiger als die statische ist, wird, wie bereits erwähnt, keine sägezahnförmige Spannung, sondern ein sägezahnförmig verlaufender Strom benötigt. Im Gegensatz zur statischen Ablenkung, bei der sowohl für den Bildkipp als auch für den Zeilenkipp die gleichen Einrichtungen (bis auf die Unterschiede in den frequenzbestimmenden Schaltelementen) Verwendung finden, treten bei den entsprechenden Anordnungen für magnetische Ablenkung Abweichungen auf. Bei dem mit niedriger Frequenz (50 Hz) betriebenen Bildkipp spielen nur die Ohmschen Widerstände der Transformatoren und Ablenkspulen eine Rolle, nicht aber deren Eigenkapazitäten, so daß Schwingungen kaum auftreten können. Beim Zeilenkipp mit rund 300mal so hoher Frequenz ist die Eigenfrequenz nur schwach gedämpft, weil sich hier die Eigenkapazitäten bereits bemerkbar machen. In ihren konstruktiven Einzelheiten unterscheiden sich daher bei magnetischer Strahlablenkung die Einrichtungen für Bild- und Zeilenkipp.

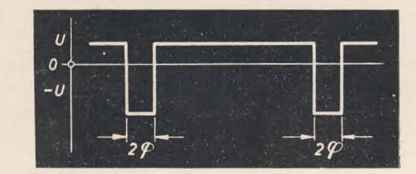



Bild 5: Rechteckimpulse

Eine rechteckförmige Spannung, die impulsförmig verläuft (Bild 5), hat die Fourierentwicklung

$$U(\omega t) = \frac{2\,U}{\pi}\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\sin\varphi}{1}\cos\omega t + \frac{\sin 2\varphi}{2}\cos 2\omega t + \frac{\sin 3\varphi}{3}\cos 3\omega t + \cdots\right). \quad (9)$$

Ist nun die halbe Impulsbreite $\varphi$ sehr klein, so daß man den sin gleich dem Argument setzen kann, also $\sin\varphi \approx \varphi$, $\sin 2\varphi \approx 2\varphi$ usw., so vereinfacht sich die Entwicklung (9) zu

$$U(\omega t) = \frac{2 \cdot U\varphi}{\pi}\left(\frac{1}{2} + \cos\omega t + \cos 2\omega t + \cos 3\omega t + \cdots\right). \quad (10)$$

Liegt eine solche Spannung an einer Spule mit einem geringen Ohmschen Widerstand, so erhält man für den die Spule durchfließenden Strom

$$I(\omega t) = \frac{1}{L}\int U \cdot dt = \frac{2 \cdot U\varphi}{\pi \cdot \omega L}\left(\frac{\omega t}{2} + \sin\omega t + \frac{1}{2}\sin 2\omega t + \frac{1}{3}\sin 3\omega t + \cdots\right), \quad (11)$$

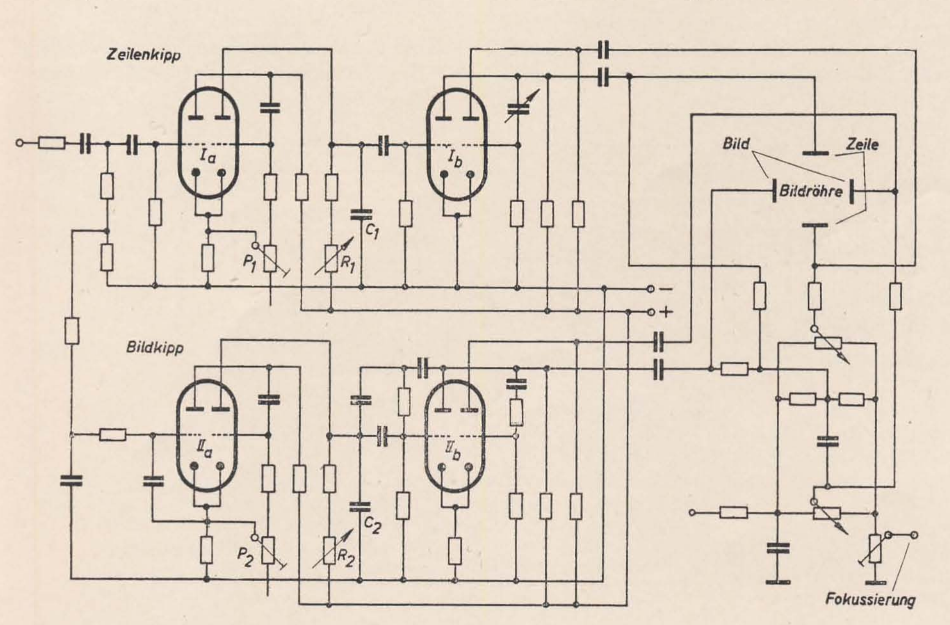



Bild 4: Vollständige Schaltung eines Bild- und Zeilenkippgerätes für elektrostatische Ablenkung

das ist aber die Fourierentwicklung einer Sägezahnkurve. Das bedeutet, daß man an die Ablenkspulen eine Rechteckspannung anlegen muß, wenn der die Spulen durchfließende Kippstrom eine Sägezahnform haben soll.

Das Amplitudensieb hat die Aufgabe, die impulsförmigen Synchronisierzeichen von der eigentlichen Bildmodulation zu trennen. Bild 6 zeigt die Prinzipschaltung. Das Gitter der Röhre erhält eine solche Vorspannung, daß die rechteckförmigen Synchronisierimpulse am unteren Knick der Röhrenkennlinie abgeschnitten werden. Es muß dafür gesorgt werden, daß die Schirmgitterspannung unverändert bleibt, unter dieser Voraussetzung haben auch die im Anodenkreis entstehenden Zeichen konstante Amplituden. Der Nachteil dieser einfachen Schaltung ist der, daß schwache Signale, denen Störimpulse

Bild 6: Amplitudensieb

Bild 9: Zeilenkippgenerator für magnetische Ablenkung mit Rückschlaggleichrichter →

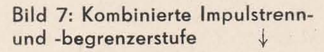
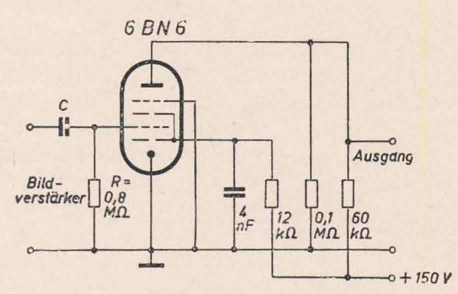


Bild 7: Kombinierte Impulstrenn- und -begrenzerstufe ↓




großer Amplitude überlagert sind, leicht mit abgeschnitten werden können, wenn die Störimpulse (zum Beispiel Zündfunken von Otto-Motoren) durch Hervorrufen von Gitterstrom dem Steuergitter eine hohe negative Vorspannung geben. Die Synchronisation der Kippeinrichtung fällt dann für eine Zeitdauer aus, die sich aus der Zeitkonstanten des RC-Gliedes vor dem Gitter der Röhre ergibt. Es gibt eine Vielzahl von Schaltungen für störungssichere Abtrennstufen, die aber in den meisten Fällen drei bis vier Röhren erfordern. Eine Schaltung, die nur mit einer einzigen Röhre, nämlich mit einer Zweiventilstrahlröhre auskommt, zeigt Bild 7. Um eine besonders große Steilheit zu erzielen, wurde von der Zenith-Radio-Corp. die Type 6BN6 entwickelt. Ein scharf gebündelter, streifenartiger Elektronenstrahl wird von der Katode, die von einer fokussierenden Elektrode umgeben

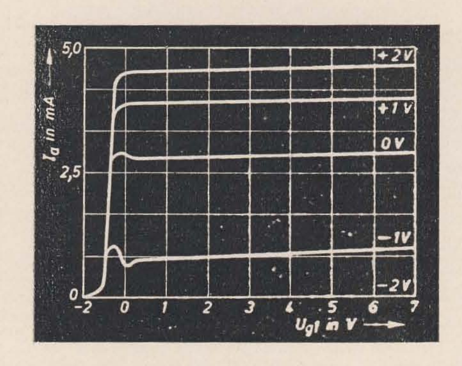



Bild 8: Anodenstromkennlinien der Zweiventilstrahlröhre 6 BN 6 in Abhängigkeit von der Spannung am ersten Steuergitter, bei verschiedenen Spannungen am zweiten Steuergitter als Parameter

ist, auf den Eingangsschlitz einer Beschleunigerelektrode gelenkt. Diese besteht aus einer als elektronenoptische Linse ausgebildeten Elektrode mit dem ersten Steuergitter und einem dahinterliegenden Schirmgitter. Der dadurch erneut gebündelte Elektronenstrahl wird durch ein zweites Steuergitter auf die Anode gelenkt. Die mit dieser Anordnung erhaltenen Kennlinien zeigt Bild 8, der Anodenstrom steigt von seinem Nullwert bei etwa $U_{g1} = -2$ V sehr schnell bis zu seinem Höchstwert bei $U_{g1} = 0$ V und ändert sich dann nicht mehr, ganz gleich, wie sehr die Spannung $U_{g1}$ auch noch steigt. Der Katodenstrom beträgt bei 60 V an der Beschleunigerelektrode etwa 5 mA.

Die sehr steile Kennlinie dieser Zweiventilstrahlröhre und der Umstand, daß der Anodenstrom bei positiven Spannungen am Begrenzergitter unverändert bleibt, sind gerade die Eigenschaften, die diese Röhre für die Impulsabtrennung und -begrenzung geeignet machen, obwohl sie für ganz andere Aufgaben entwickelt wurde (Demodulation und Begrenzung in UKW-Empfängern als φ-Detektor).

Bild 9 gibt eine moderne Schaltung für den Zeilenkipp an; es handelt sich um einen selbsterregten Kippstromgenerator mit Rückschlaggleichrichter für die Erzeugung der Bildröhrenanodenspannung. Verwendet wird dabei eine Pentode mit Transformatorkopplung zwischen Steuer- und Schirmgitter.

Der üblicherweise für Ablenkschaltungen verwendete Sperrschwinger ist in seiner Prinzipschaltung im Bild 10 dargestellt. Durch die zwischen Gitter und Anode bestehende Rückkopplung schwingt die Röhre, der dadurch einsetzende Gitterstrom erzeugt am Widerstand R einen Spannungsabfall, der zur schnellen Aufladung der Kapazität C führt. Die Kondensatoraufladung ist spannungsmäßig entgegengesetzt zur positiven Gitterspannung $U_g$ gerichtet; wird die resultierende Spannung am Gitter negativ, so ist die Röhre blockiert und die Schwingungen reißen ab. Der Kondensator C entlädt sich langsam über R bis die Gitterspannung wieder positiv wird und die Röhre von neuem schwingt. Die Höhe der Kippfrequenz ist nur durch die Zeitkonstante RG bestimmt, während durch die Daten der Induktivitäten $L_1$ und $L_2$ keine Beeinflussung der Kippfrequenz zu erwarten ist. Man verwendet für diese Induktivitäten Hochfrequenzspulen, die derart zu koppeln sind, daß die Röhre schwingt und ein optimaler Gitterstromeinsatz gegeben ist. Dabei kann die Schwingfrequenz (nicht zu verwechseln mit der Kippfrequenz) zwischen 100 kHz und mehreren MHz liegen.

Eine Anwendung des Sperrschwingers für den Bildkipp bei Verwendung einer

Bild 10: Prinzipschaltung des Sperrschwingers ↑

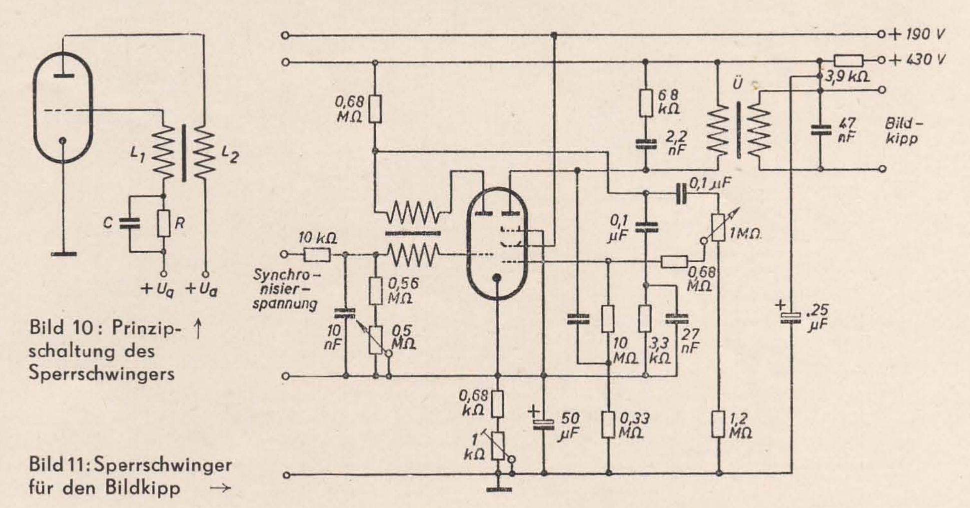



Bild 11: Sperrschwinger für den Bildkipp →

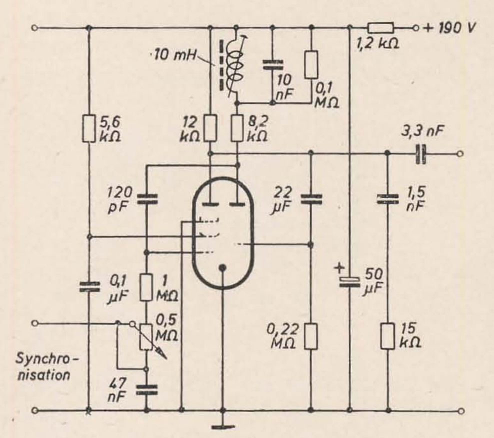



Bild 12: Zeilenkippschaltung mit einer Verbundröhre ←

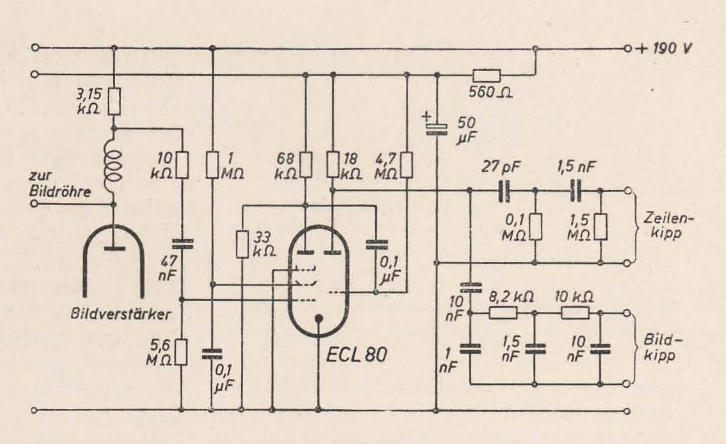



Bild 13: Abtrennung der Synchronisierimpulse im Pentodenteil und Verstärkung sowie Beschneidung der Impulse im Triodenteil einer Verbundröhre (ECL 80) →

Verbundröhre (zum Beispiel einer ECL 80) zeigt Bild 11. Der Triodenteil dient in Verbindung mit einer Sperrschwingerschaltung zur Sägezahnerzeugung und der Pentodenteil als Verstärkerstufe zur Speisung der Ablenkspulen. Die Frequenz des Sperrschwingers ist durch die Zeitkonstante RC im Gitterkreis gegeben, der genaue Wert kann mit dem Regelwiderstand von 0,5 MΩ eingestellt werden. Der Kondensator 0,1 µF wird über den Anodenwiderstand 0,68 MΩ aufgeladen und durch die Anodenstromimpulse des Sperrschwingers entladen, es entsteht daher ein sägezahnförmiger Spannungsverlauf. In Reihe mit dem 0,1-µF-Kondensator liegt eine weitere RC-Kombination, bestehend aus dem 3,3-kΩ-Widerstand und einem 27-nF-Kondensator, die während der Entladeimpulse negative Spannungsspitzen erzeugt. Zwischen Endstufe und Ablenkspulen ist der Übertrager Ü geschaltet, wobei wegen der niedrigen Frequenz des Bildkipps nur der Ohmsche Widerstand der Ablenkspulen maßgebend ist. Dieser beträgt im Mittel etwa 10 Ω, so daß als günstiger Wert für das Übersetzungsverhältnis ü = 37/1 anzusehen wäre (für den Pentodenteil der ECL 80 ist $R_a$ = 11 kΩ).

Im Bild 12 ist — wieder unter Verwendung einer Verbundröhre — eine Zeilenkippschaltung skizziert, die nach dem Multivibratorprinzip arbeitet. Der Multivibrator wird für gewöhnlich mit zwei symmetrischen Systemen betrieben, in diesem Falle aber sind die beiden Systeme voneinander verschieden, in dem einen Zweig wird das Trioden-, im anderen das Pentodensystem verwendet. Die Zeitkonstanten in den beiden Gitterkreisen sind verschieden groß; die kurzen Anodenstromimpulse werden im Pentodenteil benötigt, da dieser längere Zeit gesperrt bleiben muß, seine Gitterkreis-Zeitkonstante ist daher größer. Die Zeitkonstante für die Impulsdauer im Gitterkreis des Triodenteils (22 pF, 0,22 MΩ) beträgt nur etwa $5 \cdot 10^{-6}$, der Triodenteil bleibt dabei für etwa $8 \cdot 10^{-6}$ s gesperrt. Zur Frequenzstabilisierung liegt im Anodenkreis des Triodensystems ein auf die Zeilenkippfrequenz von 15625 Hz abgestimmter Schwingkreis. Die Anodenstromimpulse des Pentodenteiles werden zur Sägezahnerzeugung benutzt, indem sie den Kondensator 1,5 nF entladen, aufgeladen wird diese Kapazität über den 12-kΩ-Anodenwiderstand. Schließlich ist noch aus Bild 13 die Verwendung einer Verbundröhre zur gleichzeitigen Abtrennung der Synchronisierimpulse im Pentodenteil und nachfolgenden Verstärkung und Beschneidung dieser Impulse im Triodenteil einer ECL 80 aufgezeigt. Durch Gittergleichrichtung mit großer Zeitkonstante, die hier 5,6 MΩ · 47 nF = 0,26 s beträgt, wird das Gitter des Pentodensystems etwa bis zur Höhe des Signalgemisches vorgespannt. Die Schirmgitterspannung ist so einzustellen, daß die zur Sperrung der Röhre ausreichende Spannung am Steuergitter des Pentodensystems kleiner ist als die Höhe der Synchronisierimpulse, es kann dann nur während der Synchronisierimpulse ein Anodenstrom zustandekommen, während der Bildinhalt unterdrückt wird.

GERHARD JÜCKSTOCK

# Hochspannungsnetzteile im Oszillografen und Fernsehempfänger

Für Oszillografen und Fernsehempfänger benötigt man eine Hochspannung von 0,5 bis 60 kV. Im folgenden werden die gebräuchlichsten Schaltungen für Hochspannungsnetzteile und deren Vor- und Nachteile beschrieben.

## Einweggleichrichter

Die einfachste Schaltung ist wohl der Einweggleichrichter, wie er in Wechselstromrundfunkempfängern gebräuchlich ist, nur sind alle Schaltelemente für höhere Spannungen vorzusehen. Am Ladekondensator, der für die Hochspannung bemessen sein muß, entsteht im unbelasteten Zustand die Spannung $\sqrt{2} \cdot U_{eff}$. Da der Anodenstrom einer Braunschen Röhre sehr gering ist, wird diese Spannung auch mit Belastung fast erreicht ($I_a$ max. 1 mA). Genau wie bei Einweggleichrichtern im Rundfunkempfänger sperrt der Gleichrichter die doppelte Spannung des Ladekondensators. Die Spannungen am Ladekondensator addieren sich mit der Wechselspannung, die Spannung am Gleichrichter schwankt also zwischen einigen Volt positiv bis fast $\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U_{eff}$ in Sperrichtung.

Als Gleichrichter können folgende Röhren verwendet werden:

RFG 3, RFG 5, 1875, 1876, LG 3, DY 80, 1X2A, EY 51 und die DY 01.

Für die Gleichrichterröhre muß der Transformator eine eigene Heizwicklung erhalten, da die Katode der Gleichrichterröhre in den meisten Schaltungen eine Spannung gegen Masse führt. Selbstverständlich muß bei der Isolation der Heizwicklung die Hochspannung beachtet werden. An Stelle der Gleichrichterröhre kann man auch Selengleichrichter verwenden (85 bis 100 Scheiben je 1000 V), wobei dann die Heizwicklung mit der Hochspannungsisolation entfallen kann. Von der Industrie werden diese Gleichrichter meist für 500 V und 1 bis 3 mA gefertigt. Die Hochspannungswicklung muß von den übrigen Wicklungen auch gut isoliert werden. Ihre Drahtstärke ist aus mechanischen Gründen stärker zu wählen, als es für die Belastbarkeit erforderlich ist, da man Drahtstärken von 0,02 mm und dünner schlecht verarbeiten kann. In der Praxis verwendet man Drahtstärken von 0,05 bis 0,1 mm, wodurch zwei Nachteile entstehen. Erstens benötigt die Hochspannungswicklung einen großen Wickelraum, was bei der Berechnung des Trafos berücksichtigt werden muß und zweitens ist der Widerstand der Hochspannungswicklung gering, so daß im Moment des Einschaltens ein großer Strom fließt, der eine schnelle Alterung der Gleichrichterröhre zur Folge hat. Es ist also erforderlich, einen Schutzwiderstand von 1 bis 20 kΩ mit dem Trafo oder der Röhre in Reihe zu schalten. Diese Trafos sind nicht ganz ungefährlich. Deshalb sollte man Leitungen, die Hochspannung führen, stets so anbringen, daß sie nicht berührt werden können. Falls dies nicht möglich ist, sollten am Trafo oder am Gerät befestigte Warnschilder darauf hinweisen.

Bei Verwendung von Selengleichrichtern ist der Schutzwiderstand nicht erforderlich, da der Widerstand des Selengleichrichters groß ist. Selengleichrichter sind auch im Moment des Einschaltens gegen entstehende Spitzenströme unemp-

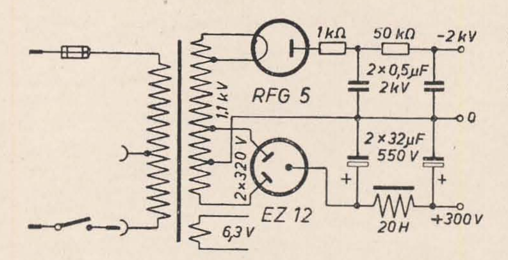



Bild 1: Schaltung für einen Oszillografennetzteil mit Hochspannungstransformator

findlicher als eine Gleichrichterröhre und beanspruchen weniger Platz. Bild 1 zeigt den Netzteil eines Oszillografen.

**Spannungsvervielfacher**

Beim Einweggleichrichter wird immer ein Hochspannungstransformator verwendet, der aber nicht billig und auch ziemlich groß ist; beim Spannungsvervielfacher ist der Hochspannungstrafo nicht erforderlich. Betrachten wir zunächst die Schaltungen Bilder 2 und 3, so stellen wir fest, daß beide Schaltungen aus je zwei Einweggleichrichtern bestehen. Im Bild 2

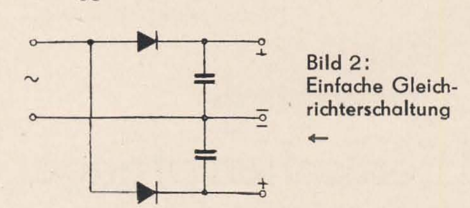


Bild 2: Einfache Gleichrichterschaltung ←

sind beide Gleichrichter mit derselben Elektrode mit der Wechselstromquelle verbunden, dadurch werden die beiden Ladekondensatoren positiv oder negativ aufgeladen (man könnte also die beiden Ladekondensatoren auch parallel schalten). Polt man einen Gleichrichter um, so wird ein Kondensator positiv und der andere negativ aufgeladen. Das bedeutet, daß die Spannung zwischen x und y im

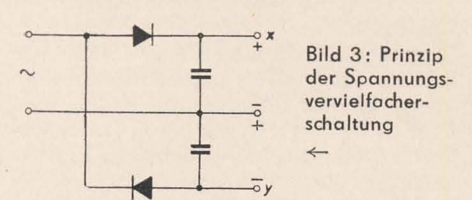


Bild 3: Prinzip der Spannungsvervielfacherschaltung ←

Bild 3 $\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U_{eff}$ sein wird. Wir haben also eine Spannung verdoppelt. Die Gleichrichter und Kondensatoren brauchen nur für die angelegte Wechselspannung bemessen zu sein. Bei der Vervielfacherschaltung werden die Ladekondensatoren von Einweggleichrichtern hintereinander geschaltet. Die Frequenz der Brummspannung ist die doppelte der Netzfrequenz,

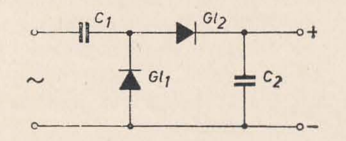



Bild 4: Spannungsvervielfacherschaltung

ferner liegt ein Pol der Wechselspannung auf Mitte der Gleichspannung. Bei einigen Schaltungen ist das belanglos, bei anderen Schaltungen ist es dagegen unbedingt erforderlich, daß ein Pol der Wechselspannung direkt mit einem Pol der Gleichspannung verbunden wird. Man wählt dann die Schaltung Bild 4. Die Gleichrichter werden bei dieser Schaltung für die angelegte Wechselspannung, der Ladekondensator für die doppelte Spannung bemessen.

Bild 4 erläutert die Arbeitsweise eines Spannungsvervielfachers. Es wurde schon beim Einweggleichrichter erwähnt, daß die Spannung am Gleichrichter zwischen Null und $\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U_{eff}$ schwankt. Am Gleichrichter $Gl_1$ (Bild 4) liegen Spannungsspitzen von $\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U_{eff}$. Über den Gleichrichter $Gl_2$ wird $C_2$ auf die Spitzenspannung aufgeladen. Bild 5 zeigt mehrere hintereinander geschaltete Stufen. Die Gleichrichter sind für die angelegte Wechselspannung und die Kondensatoren, für die doppelte Spannung vorzusehen. Ferner ist aus Bild 5 ersichtlich, daß der Nullpunkt der Gleichspannung bei einer Spannungsverdrei-, -verfünf-, -versiebenfachung usw. bei S liegt. Wird dagegen die Spannung verzwei-, vervier-, versechsfacht usw., liegt der Nullpunkt der Gleichspannung an T.

Bild 5: Mehrere hintereinander geschaltete Spannungsvervielfacherstufen

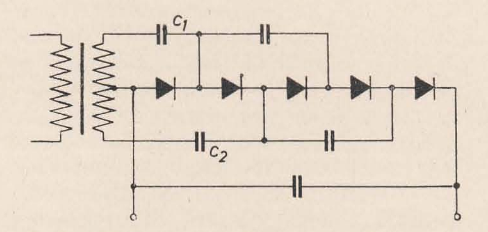



Bild 6: Mehrere hintereinander geschaltete Spannungsvervielfacherstufen bei Verwendung eines Transformators

Die Frequenz der Brummspannung ist gleich der Netzfrequenz. Im Bild 6 ist eine Abart der Schaltung nach Bild 5 dargestellt. Der erste und der letzte Gleichrichter müssen für die halbe Gesamtspannung, alle anderen Gleichrichter für die volle Spannung bemessen sein. Am Ladekondensator $C_1$ liegt die halbe, am Ladekondensator $C_2$ das 1,5fache der Gesamtspannung und am letzten Ladekondensator die gesamte Hochspannung. Alle anderen Ladekondensatoren müssen für die doppelte Eingangsspannung bemessen werden. Die Frequenz der Brummspannung ist auch hier gleich der Netzfrequenz. Die Verwendung von Gleichrichterröhren empfiehlt sich in diesem Falle nicht, da alle Katoden verschiedenes Potential führen und jede Gleichrichterröhre eine

Bild 7: Beispiel für den Netzteil eines Amateurfernsehgerätes oder eines Oszillografen

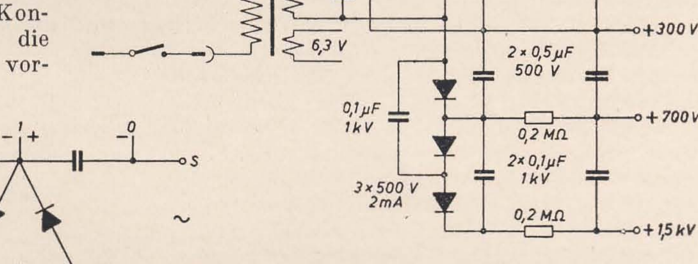



Bild 8: Ein weiteres Beispiel für den Netzteil eines Amateurfernsehgerätes oder eines Oszillografen

besondere Heizwicklung erfordern würde. Man kann entsprechend der Schaltung zum Beispiel die Anodenspannung für eine Katodenstrahlröhre der Anodenspannungswicklung (etwa 325 V) eines normalen Trafos entnehmen, die außerdem noch für die Anodenspannung von etwa 300 V benutzt werden kann. Eine besondere Wicklung für die Hochspannung ist nicht vorhanden. Die Bilder 7 und 8 zeigen Beispiele, wie diese Schaltung für einen Amateurfernsehempfänger und einen Oszillografen angewendet wurde. Die Schaltungen nach den Bildern 3 und 4 könnten auch gleichzeitig angewendet werden, so daß ein Pol der Wechselspannung mit einem beliebigen Punkt der Gleichspannung direkt verbunden wird.

**Hochfrequenzhochspannungsnetzteile**

Bei den oben beschriebenen Schaltungen sind verhältnismäßig große Ladekondensatoren (0,1 bis 0,5 µF/1 bis 10 kV) erforderlich. Außerdem muß die Hochspannung durch eine Siebkette, für die noch ein Kondensator von derselben Größe wie der Ladekondensator vorzusehen ist, von der Brummspannung befreit werden. Die beiden folgenden Schaltungen arbeiten mit einer wesentlich höheren Frequenz, so daß man mit einem kleinen Ladekondensator, etwa 1000 pF, und ohne weitere Siebung auskommt. Sie sind besonders für sehr hohe Spannungen empfehlenswert. Aus Bild 9 ist die Schaltung eines Oszillators mit einer Endröhre ersichtlich. Mit der Schwingkreisspule wird eine weitere Spule gekoppelt, die ein Vielfaches der Windungszahl der Schwingkreis

spule hat. Die Hochfrequenzspannung wird also hochtransformiert. Es ist auf genügende Isolation zu achten, zum Beispiel müssen bei Verwendung von HF-Eisen die Wicklungen auch genügend vom HF-Eisen isoliert sein. Ferner muß die Wicklungskapazität der Hochspannungsspule möglichst klein gehalten werden. Sehr gut haben sich unterteilte Kreuzwicklungen bewährt. Die Frequenz des Oszillators wird so gewählt, daß sie der Eigenfrequenz der Hochspannungswicklung entspricht, wodurch sich noch eine Resonanzüberhöhung in der Hochspannungswicklung ergibt. Als günstig erwiesen sich Frequenzen von 20 bis 500 kHz. Bei den niedrigen Frequenzen haben die Spulen eine große Windungszahl, und bei den hohen Frequenzen wird die Kopplung zwischen den Spulen zu lose. Ratsam ist es auch, die Spulen mit HF-Litze zu wickeln, da sonst große Verluste in der Spule auftreten und der Wirkungsgrad des Hochspannungsnetzgerätes klein wird. Als Gleichrichter kommen in dieser Schaltung wegen der großen Kapazität der Selengleichrichter nur Röhren in Frage. Bei Verwendung von Selengleichrichtern würde man der Hochspannungswicklung eine zusätzliche Kapazität parallel schalten und damit die Eigenfrequenz der Hochspannungswicklung verkleinern. Die Heizung der Gleichrichterröhre kann, falls die Katode nicht das Potential Null führt, auch mit HF erfolgen. Die Leistung, die zur Heizung

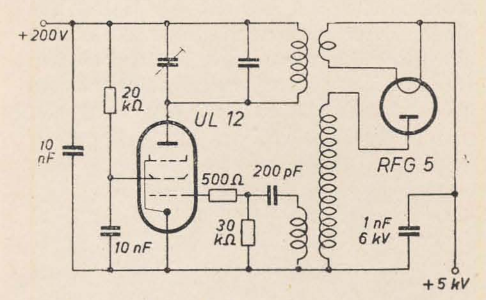


Bild 9: Oszillatorschaltung zur Erzeugung der Hochspannung

der Gleichrichterröhre erforderlich ist, kann dem HF-Generator ohne Bedenken entnommen werden. Die HF-Leistung, die mit einer CL 4 erreicht werden kann, ist wesentlich größer als 4 W. Der Hochfrequenzhochspannungsnetzteil kann auch als Spannungsverdoppler ausgeführt werden, was besonders angebracht ist, wenn keine Gleichrichterröhren für die erforderliche Spannung zur Verfügung stehen. Die Einweggleichrichterschaltung und der Spannungsvervielfacher können nur für Wechselstrom verwendet werden, die beschriebene Schaltung ist dagegen nur für Gleichstrom bzw. unter Vorschaltung eines Gleichrichters an Wechselstrom verwendbar. Sie eignet sich für Oszillografen und Fernsehempfänger mit Gleichstromnetzbetrieb. Als Oszillatorröhre verwendet man in diesem Fall eine Allstromendröhre (CL 4, UL 12).

**Kipphochspannungsgeneratoren**

Die Schaltung der Kipphochspannungsgeneratoren ähnelt sehr stark der Oszillatorschaltung; denn auch hier wird eine Wechselspannung, deren Frequenz wesentlich höher ist als die Netzfrequenz, hochtransformiert. Bei den Hochfrequenzhochspannungsnetzteilen wurde mit Sinuswechselspannungen, bei den Kipphochspannungsgeneratoren wird mit Kippspannungen gearbeitet. Eine Pentode wird mit Sägezahnspannungen gesteuert, und zwar so, daß der Anodenstrom langsam ansteigt und dann plötzlich auf Null abfällt. Eine Selbstinduktion

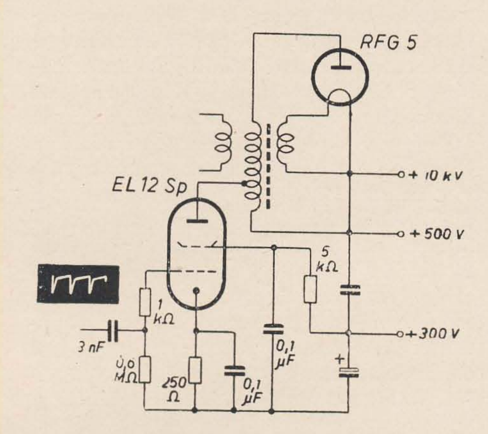


Bild 10: Kipphochspannungsgenerator für Fernsehempfänger

ist immer bestrebt, einer Stromänderung entgegenzuwirken. Das würde beim Ansteigen des Anodenstromes bedeuten, daß sich eine Spannung bildet, die die Anodenspannung verkleinert. Es baut sich also langsam ein magnetisches Feld in der Spule auf. Wenn jetzt das Steuergitter plötzlich negativ und der Anodenstrom Null wird, bricht das magnetische Feld zusammen, und die Selbstinduktion ist wieder bestrebt, der Stromänderung entgegenzuwirken. Das zusammenbrechende magnetische Feld erzeugt noch einen Strom in der Spule, und die Wicklungskapazität wird soweit aufgeladen, bis die vorherige magnetische Energie $N = \frac{L \cdot I^2}{2}$ zu statischer Energie an der Wicklungskapazität $N = \frac{C \cdot U^2}{2}$ umgewandelt ist. Die Spule macht also eine Eigenschwingung. Nach der ersten Viertelperiode der Eigenschwingung tritt eine große positive Spannung an der Anode auf. Aus diesem Grunde können nur Pentoden mit oben herausgeführter Anode verwendet werden. Ferner ist es erforderlich, das Steuergitter im Rücklauf durch eine große negative Spannungsspitze zu sperren.

Da die gesamte magnetische Energie umgewandelt werden muß, ist es einleuchtend, daß die Spannung groß wird, wenn die Wicklungskapazität klein ist. Eine Selbstinduktion von 1 H, ein Anodenstrom von 100 mA und eine Wicklungskapazität von 100 pF ergeben zum Beispiel eine Spannung von 10 kV. Weiter kann die Spannung erhöht werden, wenn die Spannung an der Anode durch einen Autotrafo hochtransformiert wird. Zur Gleichrichtung werden nur Röhren verwendet. Der Kipphochspannungsgenerator (siehe Bild 10) dient insbesondere für Fernsehempfänger, da hier sowieso ein magnetisches Kippgerät mit der Grundfrequenz 15625 Hz (CCIR- und OIR-Norm) vorhanden ist. Die Pentode arbeitet im Fernsehempfänger als Zeilenendstufe. Der Zeilentrafo wird gleichzeitig als Selbstinduktion für die Hochspannungserzeugung ausgenützt, so daß die Spannung an der Anode des Zeilentrafos auf einer weiteren Wicklung nur etwas hochtransformiert und gleichgerichtet zu werden braucht. Als Ladekondensator reicht oft schon die Schaltkapazität in Verbindung mit der Röhrenkapazität der Bildröhre aus. In dem Zeilentrafo wird die Eigenschwingung nach einer halben Periode durch die Schaltdiode abgebrochen. Es entstehen dann einseitige Impulse. Der Gleichrichter wird für das 1,1fache der Gleichspannung bemessen, da nur kleine Gegenspannungen auftreten. Eine Spannungsvervielfachung mit diesen einseitigen Impulsen ist mit den Schaltungen nach den Bildern 3 bis 8 nicht möglich. Es muß die Schaltung Bild 11 angewendet werden, die einen größeren Innenwiderstand besitzt.

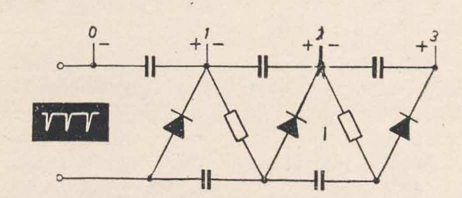
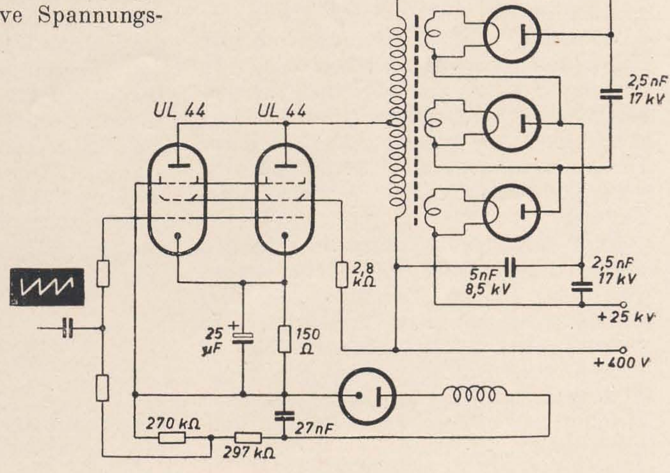


Bild 11: Spannungsvervielfacherschaltung für Kipphochspannungsgeneratoren

Die Leistung, die man einem Zeilentrafo entnehmen kann, reicht für einen Projektionsempfänger nicht aus, hier verwendet man getrennte Kipphochspannungsgeneratoren. Diese Schaltung hat gegenüber der Oszillatorschaltung einige Vorteile:

1. entstehen Sinusspannungen, wodurch die Anwendung der Vervielfacherschaltung nach den Bildern 3 bis 7 möglich ist,

Bild 12: Hochspannungsnetzteil eines Philips-Projektionsempfängers



2. ist der Wirkungsgrad gegenüber der Oszillatorschaltung wesentlich günstiger, da hier nur kurze, abklingende Schwingungen in der Spule auftreten,
3. bei entsprechender Dimensionierung von L, I und C kann die Linearität der Kippschwingung vernachlässigt werden, und es entsteht eine maximale Spannung an der Spule,
4. läßt sich die Hochspannung durch Regeln der Gittervorspannung der Pentode konstant halten.

Bild 12 zeigt den Hochspannungsnetzteil des Philips-Projektionsempfängers.

**Zusammenfassung**

Im Oszillografen finden nur die Einweggleichrichter- und Vervielfacherschaltungen Anwendung, und zwar weil man meist nur Spannungen von 0,5 bis 2 kV (selten 5 kV für Nachbeschleunigung) benötigt. Die Oszillator- und Kippschaltungen würden ein bis zwei weitere Röhren erfordern. Da das Kippgerät des Oszillografen ein elektrostatisches ist und keine konstante Frequenz hat, kann man es nicht zur Hochspannungserzeugung ausnutzen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Fernsehempfänger. Allein die Tatsache, daß es noch Gleichstromnetze gibt, macht die Anwendung der Oszillator- oder Kippschaltung erforderlich. Einen Oszillografen dagegen wird man an einem Wechselstromnetz oder an einem Umformer betreiben, der bei einem Fernsehempfänger aber unerwünscht ist. Zwei weitere Gründe sprechen beim Fernsehempfänger für die Kipphochspannungserzeugung. Einmal ist im Fernsehempfänger ein magnetisches Kippgerät mit konstanter Frequenz vorhanden, zum anderen braucht man etwa 10 kV. Ein Einweg- oder Vervielfachernetzgerät wäre viel zu umfangreich. Etwas anders liegen die Verhältnisse beim Projektionsempfänger, bei dem Spannungen von etwa 20 bis 50 kV benötigt werden. Hier findet ein getrenntes Kippgerät in Verbindung mit einem Spannungsvervielfacher Anwendung. Der Fernsehamateur, der meist mit elektrostatisch ablenkbaren Röhren arbeitet, wählt oft die Vervielfacherschaltung.

*Dr. HANSGEORG LAPORTE*

# Thermostrommesser

Strommesser auf thermischer Grundlage werden zur Messung von Wechselströmen benutzt. Sie zeigen den Effektivwert an. Für den Aufbau thermischer Strommesser werden verschiedene Prinzipien angewendet. In allen Fällen erzeugt der zu messende Strom in einem Ohmschen Widerstand je Sekunde eine ihm proportionale Wärmemenge. Diese verursacht beispielsweise bei den Hitzdraht- und Hitzbandinstrumenten mit Hilfe der thermischen Längenausdehnung des Widerstandsdrahtes oder -bandes eine direkte mechanische Zeigerverstellung. Bei den thermoelektrischen Instrumenten wird durch die Stromwärme eines Widerstandsdrahtes oder -bandes ein Thermoelement geheizt und an seinen Klemmen eine Gleichspannung (Thermospannung) hervorgerufen. Die Thermospannung ist dem Quadrat des zu messenden Stromes proportional. Sie wird an einem Drehspulinstrument (Millivoltmeter) abgelesen, wobei die Skala des Instrumentes direkt in den Werten des zu messenden Stromes geeicht ist.

Hitzdraht- und Hitzbandinstrumente haben nur noch historischen Wert. In der modernen Praxis wird mit thermoelektrischen Strommessern, kurz „Thermostrommesser“ genannt, gearbeitet. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist die Messung von Tonfrequenz- und Hochfrequenzströmen.

Zum Messen von Tonfrequenzströmen dienen Instrumente mit Meßbereichen von 1 bis 100 mA (Vollausschlag). Bei der Messung von Hochfrequenzströmen treten dagegen Stromstärken bis zu 1000 A auf. Um so verschieden große Ströme messen zu können, sind Thermostrommesser mit unterschiedlichen Bauarten notwendig.

Der Aufbau von Thermosystemen besteht nach Bild 1 im Prinzip aus einem

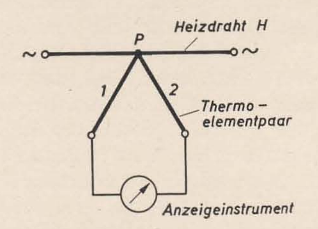



Bild 1: Prinzipschaltbild eines Thermosystems

Heizdraht H aus Widerstandsmaterial, der von dem zu messenden Ton- oder Hochfrequenzstrom durchflossen wird, dem Thermoelementpaar 1,2 sowie dem Anzeigeinstrument. Bei dieser Bauart ist der Anzeigekreis (1, Instrument, 2) mit dem Hochfrequenzstromkreis im Punkte P über den Heizer H direkt verbunden. Zur Trennung beider Kreise verwendet man ein wärmeleitendes Isolationszwischenstück Z (Bild 2). Dieses besteht aus einer kleinen Glasperle, die in der Mitte des Heizers H aufgeschmolzen und in die das Thermopaar eingeschmolzen ist. Die kapazitive Kopplung zwischen dem Hochfrequenz- und dem Gleichstromkreis ist gering. Je nach der Ausführung

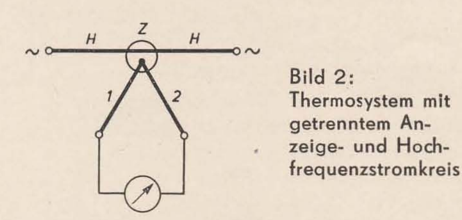



Bild 2: Thermosystem mit getrenntem Anzeige- und Hochfrequenzstromkreis

des Thermoumformers liegt die Kopplungskapazität zwischen 0,1 bis 2 pF.

Von der im Heizer H entwickelten Stromwärme beeinflußt nur ein kleiner

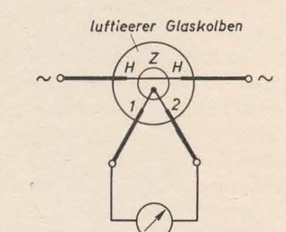



Bild 3: Thermosystem in einem luftleeren Glaskolben

Teil das Thermoelement. Der größte Teil wird über die Zuführungsdrähte und durch die den Heizer umgebende Luft abgeleitet. Um den Energiebedarf

$N = I^2 \cdot R$, N Leistung in W,
I Strom in A,
R Widerstand des Heizers in $\Omega$,

des Heizers herabzusetzen, verringert man den Wärmeverlust, der durch die Wärmeleitfähigkeit der umgebenden Luft hervorgerufen wird, durch Einbau des Thermosystems in einen luftleeren Glaskolben nach Bild 3. Mit derartigen Vakuum-Thermoelementen werden Thermostrommesser für Meßbereiche von etwa 1 bis 300 mA ausgerüstet, wie sie vorzugsweise zur Messung von Tonfrequenzströmen und schwachen Hochfrequenzströmen dienen. Thermostrommesser für 0,2 A bis hinauf zu 10 A sind mit Luft-Thermoelementen versehen. Bei Stromstärken über 1 A besteht der Heizer aus einem oder mehreren dünnen Widerstandsbändern, um den Hauteffekteinfluß herabzusetzen. Dieser hat bei runden Widerstandsdrähten bei Erhöhung der

Bild 4: Anschluß des Thermopaares bei mehreren parallel geschalteten Widerstandsbändern

Frequenz eine Widerstandserhöhung und eine Vergrößerung des Anzeigefehlers zur Folge. Sind mehrere Widerstandsbänder parallel geschaltet (Bild 4), ist das Thermopaar (1, 2) nur an einem Band H befestigt. Die Widerstandsbänder sind zwischen dicken Kontaktklötzen ausgespannt.

Ströme von 10 A aufwärts werden durch Zwischenschaltung von Hochfrequenzstromwandlern nach Bild 5 gemessen. Die zu messende Stromstärke wird in der Regel auf 1 A für den Thermoumformer untersetzt. Der Kern des Wandlers ist aus Spezialblechen (z. B. Mu-Metall) oder Hochfrequenzeisen aufgebaut. Bei niedrigen Stromstärken wird für die Primärwicklung und die Sekundärwicklung Hochfrequenzlitze verwendet. Für die Messung hoher Stromstärken besteht die Primärwicklung nur aus einem geraden Kupferrohr, das von einem Ring-

kern umgeben ist (Bild 6). Auf dem Ringkern liegt die als Toroidspule ausgebildete Sekundärwicklung. Die Toroidspule ist gegen den Primärstab kapazitiv abgeschirmt. In der Abschirmung müssen Schlitze vorhanden sein, damit in dieser durch den Primärstrom keine Wirbelströme induziert werden. Das Anzeigeinstrument (Millivoltmeter) wird bei hochempfindlichen Thermostrommessern

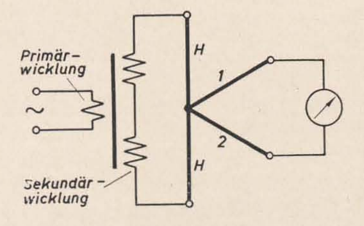



Bild 5: Zusammenschaltung eines Hochfrequenzstromwandlers mit einem Thermosystem zur Messung hoher Ströme

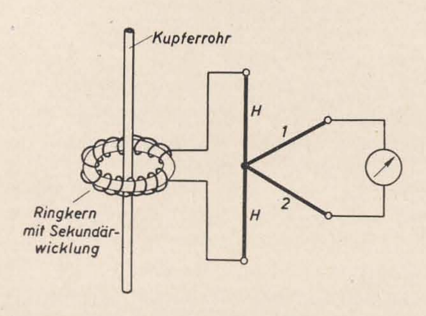



Bild 6: Kupferrohr als Primär- und Ringkern mit Sekundärwicklung als Stromwandler

für eine Thermospannung von etwa 3 mV, bei normalempfindlichen für etwa 10 bis 12 mV ausgelegt. Werden Anzeigeinstrument und Thermoelement getrennt eingebaut, so muß bei der Eichung der Widerstand der Zuleitungen L, die bei Großsendern einige Meter lang sein können, einbezogen werden. Zur Vermeidung von Hochfrequenzspannungen an den Instrumentzuleitungen überbrückt man das Thermoelement an seinen Klemmen nach Bild 7 mit einem Kondensator von einigen Nanofarad (kapazitiver Kurzschluß der Hochfrequenz).

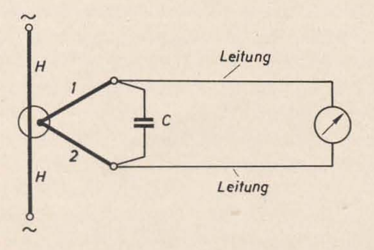



Bild 7: Kapazitiver Kurzschluß für die Hochfrequenz an den Klemmen des Thermoelementes

Für Spezialzwecke und im Laboratoriumsbetrieb reicht oftmals der Meßbereich eines zur Verfügung stehenden Thermostrommessers nicht aus. Um beispielsweise das Instrument bei zu erwartenden plötzlichen Spitzenströmen nicht zu überlasten[1]), muß man den Heizer mit einem Nebenschluß versehen. An Stelle eines nicht immer passend vorhandenen Widerstandsbandes kann man einen Nebenschlußkondensator (Bild 8) verwenden. Bei größeren Frequenzänderungen des zu messenden Stromes ist die Frequenzabhängigkeit dieser Schaltung zu berücksichtigen. Entsprechend der Abnahme des kapazitiven Widerstandes mit der Frequenz sinkt bei Frequenzerhöhung die vom Instrument angezeigte Stromstärke.

Manchmal interessiert bei hohen Stromstärken von einigen 100 A nur die Resonanzabstimmung in irgendwelchen Abstimmkreisen. Hier kann man, entsprechend Bild 9, einem Leitungsrohr an einer beliebigen Stelle, möglichst in Erdpotentialnähe, ein Thermosystem von etwa 10 A mit Hilfe von Schellen parallel schalten. Durch passende Verschiebung der Schellen wird bei der richtigen Kreisabstimmung der Ausschlag des Anzeigeinstrumentes auf etwa 80 bis 90% seines Vollausschlages eingeregelt. Es sei hierbei darauf hingewiesen, daß im Falle hoher Hochfrequenzstromstärken in der Nähe der Stromleiter hohe magnetische Feldstärken der Wechselfelder auftreten. Ist das Anzeigeinstrument zu dicht am Stromleiter aufgestellt, erregen diese im Magneten oder im Metallgehäuse des Instrumentes starke Wirbelströme, die durch die ungewollte Erwärmung im harmlosesten Falle Meßfehler, aber auch die Zerstörung des Instrumentes verursachen können.

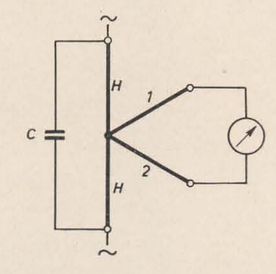



Bild 8: Die Erweiterung des Meßbereiches kann durch einen Nebenschlußkondensator erfolgen

Entsprechend der Gleichung der thermischen Instrumente

$$N = I^2 \cdot R$$

ist der Verlauf der Eichkurve eines Thermostrommessers im allgemeinen entsprechend Kurve a im Bild 10 streng quadratisch. Je nach dem Heizerwerkstoff ist der Widerstand R des Heizers jedoch mehr oder minder temperaturabhängig. Bei Werkstoffen mit kleinem Widerstandstemperaturkoeffizienten, wie Konstantan und Manganin, tritt praktisch keine Beeinflussung der quadratischen Kennlinie auf. Derartige Heizerwerkstoffe vertragen aber nur geringe Temperaturerhöhung und -überlastung.

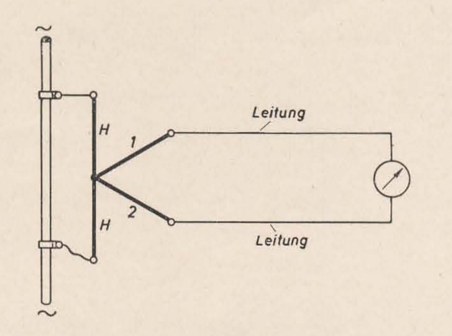



Bild 9: Schaltung zur Resonanzabstimmung in Abstimmkreisen

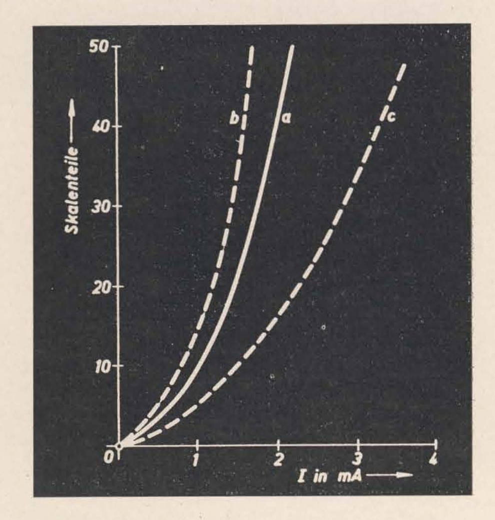



Bild 10: Eichkurven eines Thermostrommessers

Bei Heizern aus Chromnickellegierungen, wie sie Betriebsinstrumente besitzen, verursacht der zusätzliche Widerstands- und Temperaturanstieg einen Kennlinienverlauf gemäß Kurve b im Bild 10. Will man die Skalenteilung für einen kleinen Strommeßbereich, zum Beispiel zwischen 0,3 und 0,4 A, besonders stark ausdehnen, so verwendet man Heizer mit einem hohen Widerstandstemperaturkoeffizienten, wie ihn Molybdän, Wolfram oder Reineisen aufweisen. Im Laborbetrieb kann man zur Beeinflussung der Kennlinie einem Thermostrommesser eine Glühlampe als Nebenschluß parallel schalten (Bild 11). Die resultierende Kurve verläuft bei einer Metalldrahtlampe als Nebenschlußwiderstand nach Kurve b im Bild 10, bei einer Kohlenfadenlampe oder einem Halbleiter nach Kurve c im gleichen Bild.

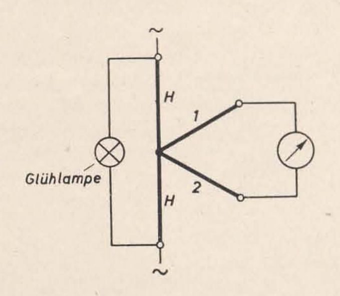



Bild 11: Glühlampe als Nebenschluß zur Kennlinienbeeinflussung

### Literatur


Hg. Laporte, „Die Messung von elektrischen Spannungen und Strömen aller Art", S. 55; „Instrumente mit Thermoelementen"; Taschenbücher der praktischen Physik für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Band 2, Verlag Knapp, Halle, 1950.


[1]) Die kurzzeitige thermische Überlastungsfähigkeit von Thermosystemen beträgt normal nur 100 %!



Bild 1: Bedienungspult für die Leitzentrale

Ing. GERD WIESNER

# UKW-Verkehrsfunk

Für die drahtlose Nachrichtenübermittlung im Verkehrswesen wird die UKW-Technik in immer größerem Maße angewendet. So verlangt zum Beispiel der stark ansteigende Fernsprechverkehr mangels geeigneter Kabelverbindungen die drahtlose UKW-Verbindung. Infolge der großen Forderungen des sich entwickelnden Verkehrs werden Funksprechanlagen in Kürze zu einer selbstverständlichen Einrichtung der volkswirtschaftlich wichtigsten Fahrzeuge gehören.

Von den vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des Funktelefonsystems seien eingangs nur einige erwähnt.

Da Kraftfahrzeuge durch UKW-Funk bis zu bestimmten Entfernungen in unmittelbarer Verbindung untereinander stehen, ist ein schneller und erfolgreicher Einsatz unserer Volkspolizei gewährleistet. Städte können mit einem vollständigen UKW-Telefonsystem versehen werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, daß bei vorkommenden Unfällen die Unfallhilfswagen in kürzester Zeit an Ort und Stelle sind und in der Zentrale die notwendigen Maßnahmen für weitere Vorbereitungen getroffen werden. Einsatzwagen der Feuerwehr wiederum können über die jeweilige Schadenstelle berichten, so daß der Einsatz weiterer Züge jederzeit möglich ist. Auf diesem Wege werden Material und Betriebsmittel, also wertvolles Volkseigentum, eingespart, da keine Leerfahrten mehr vorkommen.

Die besonderen Verhältnisse der Wasserschutzpolizei gestatteten ihr bisher keine Verbindung durch das öffentliche Fernsprechnetz, mit Hilfe der Funksprechverbindung aber ist ein operatives Eingreifen möglich. Auch im Lotsendienst und Hafenfunk ergeben sich weitere Anwendungsmöglichkeiten für die beweglichen UKW-Verkehrsfunkanlagen.

Im Ausland hat sich der Taxi-Fernsprechdienst schon lange durchgesetzt, da sich die Anschaffungskosten der Anlage in kurzer Zeit durch bedeutende Einsparung von Betriebskosten amortisieren.

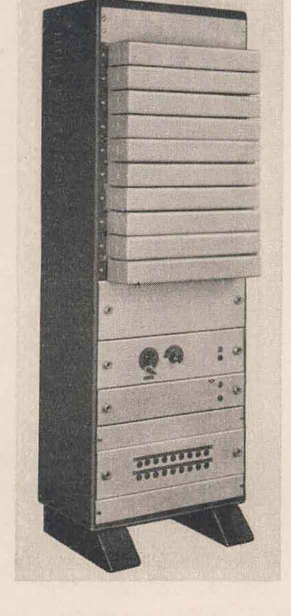
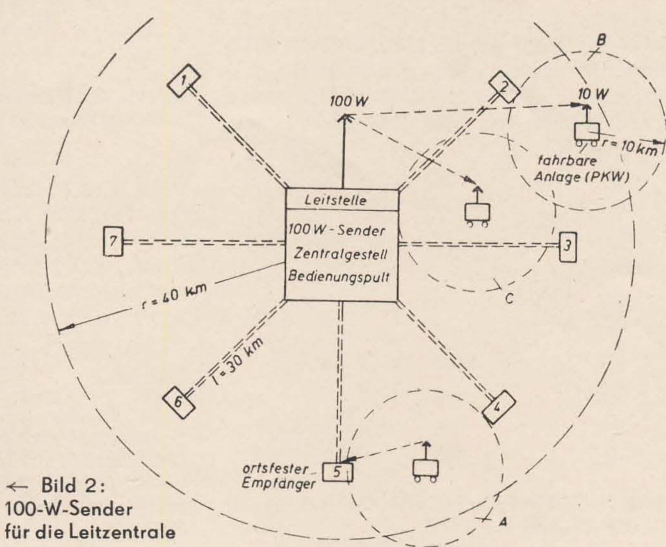


Bild 3: Zentralgestell des 100-W-Senders →

← Bild 2: 100-W-Sender für die Leitzentrale

Bild 4: Die Arbeitsweise der Leitstelle in einer schematischen Darstellung. Der ortsfeste Empfänger empfängt die Sendung vom Wagen A und leitet sie über das Kabel an die Leitstelle, deren Sender mit 100 W sendet, so daß Wagen B und C empfangen können ↓




Auf Rangierbahnhöfen, die infolge von Platzmangel nicht weiter ausgebaut werden können, kann man den immer stärker werdenden Verkehr nur durch den UKW-Rangierdienst meistern, eine Möglichkeit, die den Vorteil mit sich bringt, daß der Rangierdienst dann nicht mehr wie bei der Anwendung optischer und akustischer Signale durch Nebel, Regen oder Wind behindert wird.

In Industrie- und Verkehrsbetrieben können die Werkbahnen bei der Anwendung des UKW-Verkehrsfunks entsprechend den augenblicklichen Erfordernissen geleitet werden, in Gas- und Wasserversorgungsbetrieben ist ein schnelles und einwandfreies Auffinden von Störungsursachen möglich und der Reparaturdienst durch UKW-Funk vorteilhaft zu leiten. Berücksichtigt man noch den Einsatz von Maschinen und Aggregaten auf Großbaustellen oder in Maschinen-Traktoren-Stationen der Landwirtschaft sowie den Dispatcherdienst in Großbetrieben, so erkennt man immer mehr die Notwendigkeit der Einführung des UKW-Funks.

Zweifellos sind in dieser kurzen Aufzählung nur einige wenige Einsatzmöglichkeiten erwähnt. Der Betrieb dieser Anlagen wird weitere Möglichkeiten erkennen lassen.

Welches sind nun die Forderungen, die an fahrbare UKW-Anlagen für Land-, Schienen- und Wasserfahrzeuge gestellt werden?

Neben kleinen äußeren Abmessungen und geringem Gewicht müssen alle notwendigen Einstellungen vom Führerstand aus erfolgen und dürfen keine großen Fachkenntnisse voraussetzen. Die starke mechanische Beanspruchung verlangt eine robuste Ausführung sowie Unanfälligkeit gegen elektrische Störungen. Die Lautstärke und damit die Verständlichkeit muß gleich oder besser als die der drahtgebundenen Telefonie sein. Trotz des verlangten großen Aktionsradius (10 km) darf der technische Aufwand nicht allzu groß werden.

Alle diese Forderungen werden von der im VEB Funkwerk Dresden HV-RFT geschaffenen Anlage erfüllt. Die einzelnen Aggregate, der Bedienungsteil mit Hörer, der Lautsprecher, der Sender und Empfänger, die Stromversorgung, die Antennenweiche sowie die Antenne können in jedes Kraftfahrzeug eingebaut werden. Je nach Wahl werden die Anlagen für den Gegensprech- oder für den Wechselsprechverkehr geliefert, wobei sich bereits ergeben hat, daß durch die Erziehung zu einer größeren Sprechdisziplin der Wech-



Bild 5: Das übersichtliche Armaturenbrett mit Bedienungsteil, Hörer und Lautsprecher der UKW-Verkehrsfunkanlage für Kraftfahrzeuge ermöglicht im EMW 340 eine leichte und einfache Bedienung

selsprechverkehr bevorzugt wird. Einwandfrei wurde ein Aktionsradius von 6 bis 9 km festgestellt, wobei unter günstigen Verhältnissen über Entfernungen bis zu 40 km noch eine gute Verständigung erreicht wurde.

Der Sender dieser Anlage arbeitet mit Nullphasenmodulation. Die umschaltbaren drei Betriebsfrequenzen liegen im 10-m, 3-m oder 1,5m-Band und sind quarzgesteuert, ein wesentlicher Punkt für die Betriebssicherheit der Anlage. Mit einer Sprachbandbreite von 300 bis 3000 Hz sowie einer Ausgangsleistung von $\geqq$ 10 W an 70 Ω entspricht er den heutigen technischen Anforderungen.

Der Empfänger arbeitet mit einer normalen Frequenzdemodulation. Sein Kanalabstand beträgt, bedingt durch die Trennschärfe des ZF-Verstärkerteils, 150 kHz. Dabei ist eine genügend große Übersprechfreiheit gewährleistet.

Die Stromversorgung der Aggregate erfolgt über Umformer aus einer 12,6-V-Autobatterie 70 bis 90 Ah.

Eine Stahldrahtantenne mit genügender Elastizität als Sende- und Empfangsantenne wird über Kopplungselemente optimal an das Speisekabel angepaßt.

Entsprechend der Anlage für Gegensprechen oder Wechselsprechen wird im ersten Falle die Antennenweiche als Filter zur Trennung der Sende- und Empfangsfrequenz eingebaut. Im zweiten Falle tritt an die Stelle der Filter ein Antennenumschalter, der durch die am Handapparat befindliche Handtaste bedient wird.

Zum Einbau in das Armaturenbrett des Fahrzeuges ist der Bedienungsteil mit dem Hörer vorgesehen. Er ermöglicht alle Einstellung, wie das Ein- und Ausschalten des Senders und Empfängers, die Frequenzumschaltung, eine stufenweise Lautstärkeregelung und den Tonruf. Die Anzeigeteile sind übersichtlich angebracht. Ein Lautsprecher dient zur besseren Verständigung. Die Bedienung ist einfach und unterscheidet sich nur wenig von dem normalen Telefonbetrieb. Auch für die Montage der Gesamtanlage sind keine Spezialkenntnisse notwendig, und die Wartung kann an Hand der übersichtlichen Unterlagen einfach durchgeführt werden.

Zur Vergrößerung der Reichweiten bzw. zur Erreichung eines UKW-Netzes sowie zur Vermittlung von Funkgesprächen zwischen beliebigen UKW-Verkehrsfunkteilnehmern in Fahrzeugen oder Fernsprechteilnehmern des öffentlichen Netzes wurden im Funkwerk Dresden in kollektiver Zusammenarbeit die Zentral anlage und die ortsfesten Empfänger geschaffen.

Mit seinem Zentralgestell und dem Bedienungspult stellt der 100-W-Sender die eigentliche Leitzentrale dar. Die im Umkreis von 30 km aufgestellten ortsfesten Empfänger sind durch Kabelleitungen mit der Leitzentrale verbunden. Infolge



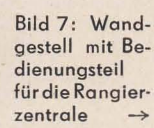


Bild 6: Bedienungsteil der Lokanlage ←

Bild 7: Wandgestell mit Bedienungsteil für die Rangierzentrale →

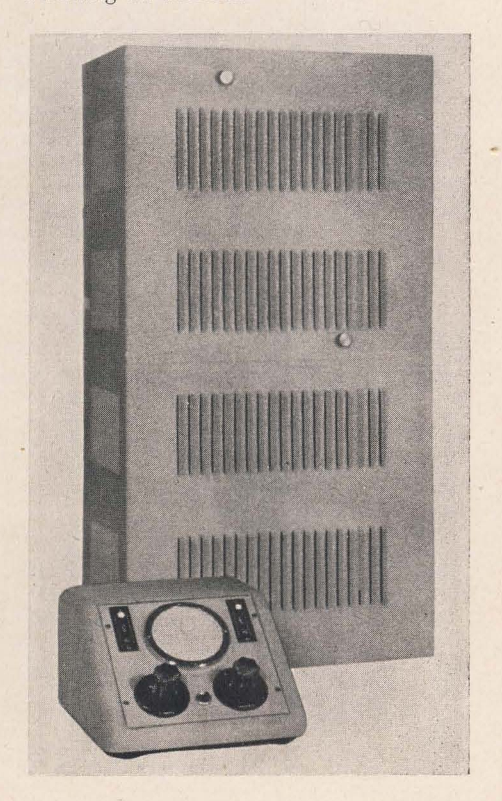
der hohen Antennen dieser stationären Aggregate wird die Reichweite wesentlich vergrößert, so daß beliebig viele Fahrzeuge in dem großen Umkreis zum Beispiel einer Stadt (Radius 40 km) in sicherer Funkverbindung untereinander und mit der Leitstelle stehen.

Alle Geräte sind für Fernbedienung und Fernüberwachung eingerichtet und mit Netz- sowie Notstromversorgung versehen. Die Ausfallmöglichkeit ist damit auf ein Minimum herabgesetzt, da außerdem jeder Einschub dieser Gestelle sofort ausgewechselt werden kann.

Außer der Anlage für Fahrzeuge und ortsfeste Stationen wurde im Funkwerk Dresden eine komplette Wechselsprechanlage für Rangierdienste, Maschinen-Traktoren-Stationen und Großbaustellen entwickelt, die auch während der diesjährigen Leipziger Messe in Betrieb gezeigt wurde. Dort sind entsprechend der rauhen Beanspruchung alle Aggregate in spritzwasserdichten Gehäusen untergebracht. Der Bedienungsteil mit einem Lautsprecher als Mikrofon und Wiedergabeteil befindet sich in der Lokomotive oberhalb des Führerstandes. Bereits durchgeführte Versuche ergaben bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h, Beschaufelung und einem Sprechabstand von 2 m eine klare und einwandfreie Verständigung. Die Stromversorgung erfolgt hier durch den Turbogenerator in Verbindung mit einer Pufferbatterie von 24 V. Diese Geräte werden ebenfalls in Wechselsprechausführung geliefert. Während die Zentrale in gleicher Form wie für die Fahrzeuganlage aufgebaut ist, wurde der Bedienungsteil als Tischgestell gefertigt.

Nachdem diese Probleme gelöst sind, arbeiten die Entwickler und Konstrukteure an neuen Aufgaben. Selektivruf, Streckenfunk entlang der Autobahnen und der Eisenbahnlinien, noch kleinere, einfachere und billigere Geräte sind die nächsten Aufgaben, die sich das Kollektiv des Funkwerkes Dresden gestellt hat.

Durch alle diese neuen Entwicklungen und Fertigungen wird der Stand unserer Volkswirtschaft verbessert. Auch hier dient die Technik dem Menschen zur Verbesserung und Vervollkommnung seiner Arbeit. Ziel aller Kollegen des volkseigenen Betriebes Funkwerk Dresden ist es, durch ihre Arbeit die friedliche Entwicklung zu sichern.



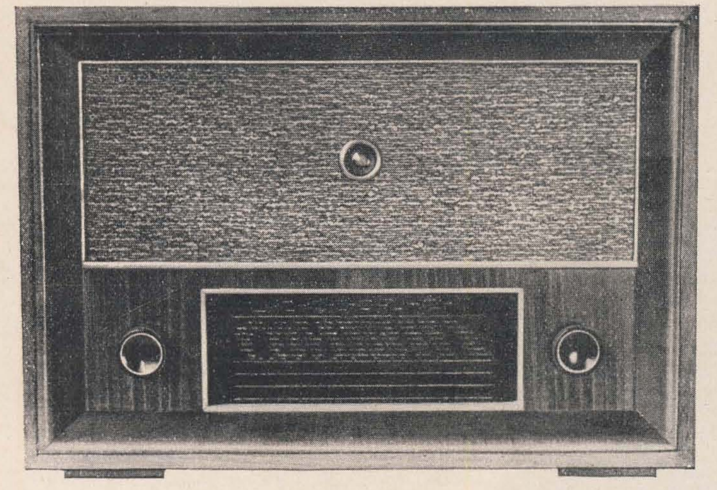


Bild 1: Empfänger im Gehäuse (von vorn gesehen)

# Bauanleitung:

# 8-Kreis-

**Abstimmung mit Schwungradantrieb — regelung über zwei Röhrensysteme — dreigehörrichtige Lautstärkeregelung — 9-kHz-Röhren — HF-Netzverdrosselung**

Zahlreiche Fernsender können heute auf dem Mittelwellenbereich — besonders in den Abendstunden — nicht mehr ohne Überlagerungsstörungen empfangen werden. Schuld daran ist die dichte Besetzung dieses Bereiches mit vielen starken Rundfunksendern in einem ungenügenden Frequenzabstand.

Ein gut aufgebauter Sechskreissuper besitzt eine Durchschnittsempfindlichkeit von etwa 10 $\mu$V für den Mittelwellenbereich, so daß selbst bei Fernsendern mittlerer Sendeleistung fast immer eine für Fadings ausreichende Lautstärkereserve vorhanden ist. Um eine gute Trennschärfe zu erreichen, sind die ZF-Bandfilter dieser Empfängergattung für eine Bandbreite von etwa 6 kHz gebaut, sofern nicht Filter eingesetzt sind, deren Bandbreite von 6 bis 12 kHz geregelt werden kann. Bei einer Bandbreite von 6 kHz läßt es sich natürlich nicht vermeiden, daß bei der Lautsprecherwiedergabe die

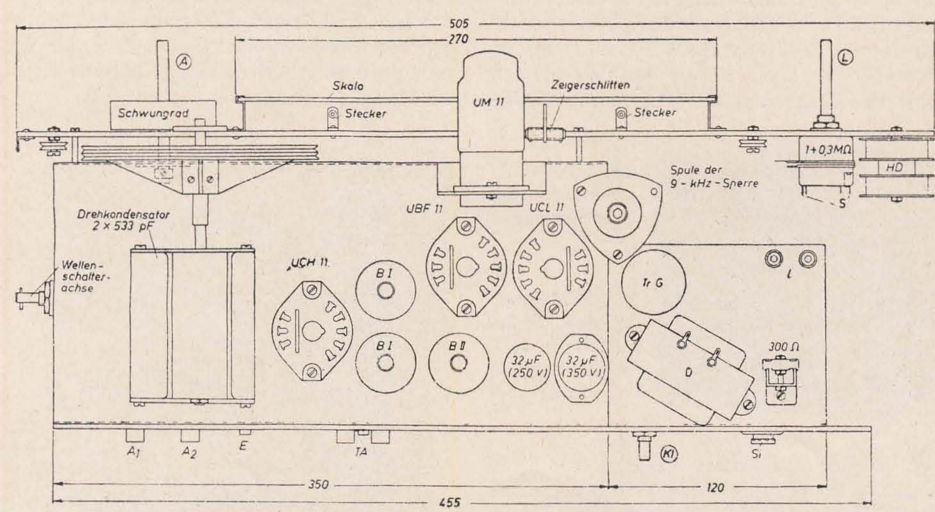



Bild 2: Bauplan ↑ (Chassis mit den hauptsächlichsten Einzelteilen von oben gesehen)

hohen Töne fehlen, selbst wenn die Höhen durch eine gut bemessene Gegenkopplung im NF-Teil des Empfängers mit den Tiefen angehoben werden.

Dem Funkpraktiker stehen handelsübliche ZF-Bandfilter mit regelbarer Bandbreite im allgemeinen nicht zur Verfügung. Ihr Selbstbau gelingt nicht jedem. Darum ist es vorteilhaft, in der ersten Stufe des ZF-Verstärkers ein vierkreisiges Bandfilter einzusetzen, das sich sehr einfach aus zwei normalen Bandfiltern bilden läßt, die mit einem kleinen Röhrchenkondensator spannungsseitig kapazitiv lose gekoppelt werden. Die Empfindlichkeit eines hiermit ausgerüsteten Empfängers sinkt dann auf etwa 30 $\mu$V ab, ist aber zum Empfang zahlreicher Fernsender noch völlig ausreichend. Die größere Flankensteilheit des Vierkreisbandfilters ergibt bei gleicher Bandbreite eine bessere Trennschärfe. Aufbau und Abgleich des so gebildeten Achtkreissupers sind kaum schwieriger als bei einem Sechskreissuper. Der Preis für das zusätzlich benötigte ZF-Bandfilter verteuert die Kosten für die Bauteile nur unerheblich.

**Schaltung**

Bild 7 zeigt den Stromlaufplan des Empfängers. Antenne und Erde sind durch je einen 5-nF-Röhrchenkondensator vom Empfänger galvanisch getrennt. Für lange Antennen oder Abendempfang ist ein zweiter Antennenanschluß $A_2$ mit einem Verkürzungskondensator von 100 pF vorgesehen. Der ZF-Saugkreis S 2 wird induktiv auf die Zwischenfrequenz von 468 kHz abgestimmt. Der Eingangskreis enthält die hochinduktiven Antennenankopplungsspulen und die Abstimmspulen einschließlich der Abgleichkondensatoren. Alle Spulen sind erdseitig miteinander verbunden und werden spannungsseitig für jeden Wellenbereich einzeln durch Schalterkontakte angeschlossen. Hierdurch kann man erfahrungsgemäß eine bessere Trennschärfe als bei hintereinandergeschalteten Spulen erreichen, deren nicht benötigte Teilspulen kurzgeschlossen werden. Der Oszillator wird in gleicher Weise umgeschaltet. Er arbeitet mit abgestimmten Anodenkreisen und induktiver Rückkopplung auf die Gitterkreise. Kurz- und Mittelwellenkreise sind mit Hescho-Trimmern ausgerüstet, die Langwellenkreise enthalten kleine Festkondensatoren als Abgleichkapazitäten.

Alle Spulen dieses Aggregats sind durch Schraubkerne induktiv abgleichbar.

Die Empfangsfrequenz wird dem Hexodensystem der UCH 11 zugeführt, deren Triodensystem die Oszillatorfrequenz erzeugt. Die entstandene Zwischenfrequenz gelangt über das vierkreisige Bandfilter (B I + B I) zum Gitter des Pentodensystems der UBF 11 und nach Verstärkung über das zweikreisige Bandfilter B II zur Empfangsdiode. Um den Kreis möglichst wenig zu dämpfen, liegt die Empfangsdiode an einer Anzapfung der Sekundärspule des Bandfilters B II. Über einen Röhrchenkondensator von 20 pF ist an der Primärspule die Regeldiode angeschaltet, die über ein Siebglied (1 MΩ + 0,1 $\mu$F) die Regelspannung den Gittern des Hexodensystems der UCH 11 und des Pentodensystems der UBF 11 zuführt. Die Abstimmanzeigeröhre UM 11 wird von der Empfangsdiode gesteuert. Das Siebglied 2 MΩ + 25 nF glättet die dem Gitter der UM 11 zugeführte Gleichspannung ausreichend.

Der 300-kΩ-Widerstand blockiert die hinter der Empfangsdiode etwa noch auf-

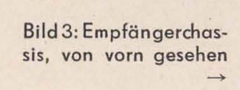
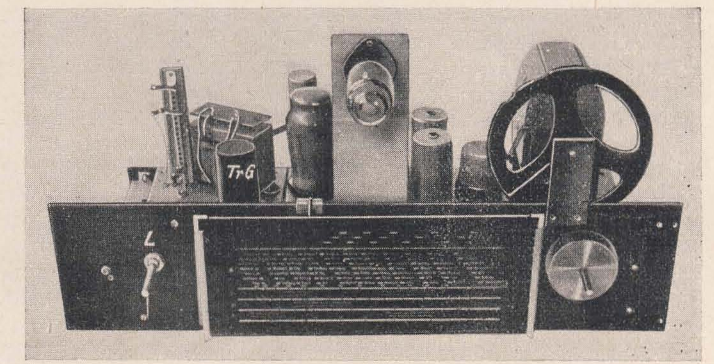


Bild 3: Empfängerchassis, von vorn gesehen →



HANS SUTANER

# Allstromsuper SGW 52

**Magisches Auge – selbsttätige Schwund-stufige Klangblende mit Gegenkopplung – Sperre – Heißleiter im Heizkreis der**

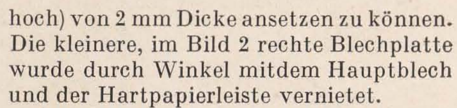
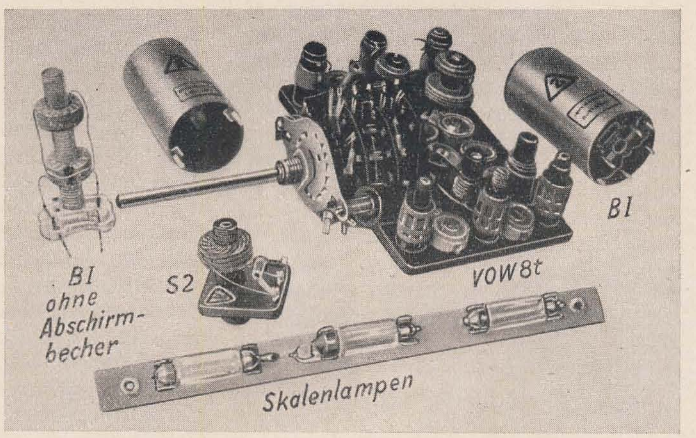


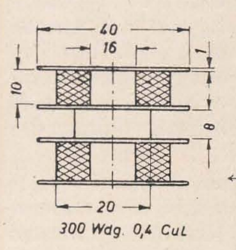

Bild 4: Empfängerchassis, von hinten gesehen

tretende restliche Zwischenfrequenzspannung, so daß ZF-Reste über den Ladekondensator 50 pF zum Chassis abfliessen. Hinter diesem Sperrwiderstand ist die Tonabnehmerleitung angeschlossen. Ein Kontakt des Wellenbereichschalters in der dafür vorgesehenen Stellung schaltet den Tonabnehmer an. Vom Chassis ist die kalte Tonabnehmerbuchse durch den 25-nF-Kondensator galvanisch getrennt. Die dritte Tonabnehmerbuchse ist über den Kondensator 5 nF mit dem Metallgestell verbunden und nimmt den Stecker auf, an dem die Abschirmung der Tonabnehmerzuleitung angeschlossen ist.

Über einen Kopplungskondensator von 5 nF gelangt die Niederfrequenz zum Lautstärkeregler 1+0,3 MΩ lg., an dessen Anzapfung der Widerstand 20 kΩ in Reihe mit dem Kondensator 25 nF liegt. Dieses frequenzabhängige Glied leitet

Bild 6: Links vom Spulenaggregat VOW 8 t ist der ZF-Saugkreis S 2 zu sehen. Rechts ein Bandfilter B I, links ein Bandfilter B I, aus dem daneben sichtbaren Abschirmbecher herausgenommen, vorn der Skalenlampenstreifen →




← Bild 5: Maße und Windungszahlen der HF-Doppeldrossel (im Schnitt gezeichnet)

die hohen Frequenzen zum Chassis ab, so daß die Tiefen beim Herunterregeln der Lautstärke angehoben erscheinen (gehörrichtige Lautstärkeregelung).

Um Brummeinstreuungen zu vermeiden, ist das Siebglied 30 kΩ || 50 μF eingeschaltet. Triodensystem und Tetrodensystem der UCL 11 sind CR-gekoppelt und mit den üblichen Siebgliedern zum Unterdrücken des restlichen Netzbrummens versehen.

Die Schaltelemente zwischen den Anoden der beiden UCL-11-Systeme bezwecken eine Gegenkopplung, deren Wirkung durch die dreistufige Klangblende beeinflußt werden kann. An die Anode der Endröhre wird schließlich eine 9-kHz-Sperre angeschlossen.

Die Gittervorspannungen für die UCL 11 werden in bekannter Weise durch Spannungsabfall an den Widerständen 100 Ω und 30 Ω erzeugt, die zwischen dem Chassis und dem Minuspol des Ladekondensators geschaltet sind.

Zum Gleichrichten des Netzwechselstroms ist ein Trockengleichrichter eingesetzt. Der Überbrückungskondensator von 25 nF soll Modulationsbrummen vermeiden. Die Siebkette besteht aus der Drossel D (etwa 10 H) mit einem Gleichstromwiderstand von 250 Ω. Lade- und Siebkondensator sind mit je 32 μF reichlich bemessen, so daß der Empfänger praktisch ohne Netzbrummen arbeitet.

Im Heizkreis der Röhren ist ein Heißleiter HL 4010 vorgesehen, der den Einschaltstromstoß begrenzen und die Röhrenheizfäden schonen soll.

Die Netzverdrosselung, gebildet aus einer Doppeldrossel und den beiden Kondensatoren 10 nF, soll schließlich eine Antennenwirkung des Netzes — vorwiegend im Mittelwellenbereich — verhindern, durch die die Trennschärfe bekanntlich herabgesetzt wird.

**Aufbau und Einzelteile**

Die Anordnung der wichtigsten Einzelteile zeigt der Bauplan mit der Aufsicht des Empfängerchassis. Die Maße des aus zwei Blechen zusammengesetzten Metallgestells werden sich natürlich nach dem verwendeten Empfängergehäuse richten. Das Hauptchassis besteht aus 1,5 mm dickem Aluminiumblech und ist nach vorn sowie nach der linken Seite (Bild 2) in einer Länge von 70 mm abgebogen. Nach der Rückseite ist es nur in einer Länge von 10 mm abgebogen, um die rückwärtige Hartpapierleiste (ebenfalls 70 mm hoch) von 2 mm Dicke ansetzen zu können. Die kleinere, im Bild 2 rechte Blechplatte wurde durch Winkel mitdem Hauptblech und der Hartpapierleiste vernietet.

Entsprechend den modernen Empfängerformen wurde eine langgestreckte, für den benutzten Spulensatz entwickelte Skala verwendet, die vor dem Chassis angeordnet ist. Sie wird länger als im Bild 2 angegeben geliefert, so daß sie von einem Glaser auch für die Skalenausschnitte anderer Empfängergehäuse zugeschnitten werden kann.

Vor dem Blechchassis wurde in möglichst geringem Abstand eine 120 mm hohe Hartpapierleiste von 2 mm Dicke mit Abstandsschrauben befestigt, die die Halterung für die Glasskala, bestehend aus 0,5 mm dickem Aluminiumblech, und die Umlenkrollen für die Führung des Skalenseiles trägt. Die hinter der Skala befestigte Hartpapierplatte wird zweckmäßig mit weißer Ölfarbe angestrichen, damit das Licht der Skalenlämpchen gut reflektiert wird. Das Schwungrad (60 mm ∅, 15 mm dick) wird aus Messing oder Eisen sorgfältig gedreht. Das Achsloch muß genau zentrisch gebohrt werden, damit die Schwungscheibe nach eingetriebener 6-mm-Achse gut ausbalanciert ist. Es ist günstig, das Schwungrad auf der Seite, auf der seine Achse in der großen Hartpapierplatte gelagert wird, ringförmig bis auf eine schmale, etwas über den Rand der Scheibe hinausragende, das Achsloch umgebende Wulst auszudrehen, die etwa 2 mm breit ist. Durch das Ausdrehen verlagert sich einmal das Gewicht der Scheibe nach dem Rand zu und zum andern gleitet die Scheibe nur mit der schmalen Wulst auf dem Hartpapier. Das in Drehung versetzte Schwungrad wird nicht so schnell abgebremst.

Das zweite Lager für die Schwungradachse bildet die Durchbohrung eines Hartpapierstreifens von 1,5 mm Dicke, der an der Chassisvorderwand festgenietet wird. Durch einen schmalen Stellring auf dem hinteren Ende legt man die Schwungradachse so fest, daß sie vor- und rückwärts nur geringen Spielraum hat. Die als Achslager dienenden Löcher in den beiden Hartpapierstreifen sind sorgfältig mit 6,1-mm-Bohrer zu bohren.

Das verwendete Spulenaggregat VOW 8 t enthält — zusammengebaut mit dem Wellenschalter — alle Spulen und Trimmer des Eingangs- und des Oszillatorkreises verdrahtet und zu einer handlichen Einheit vereinigt. Es ist nur an den

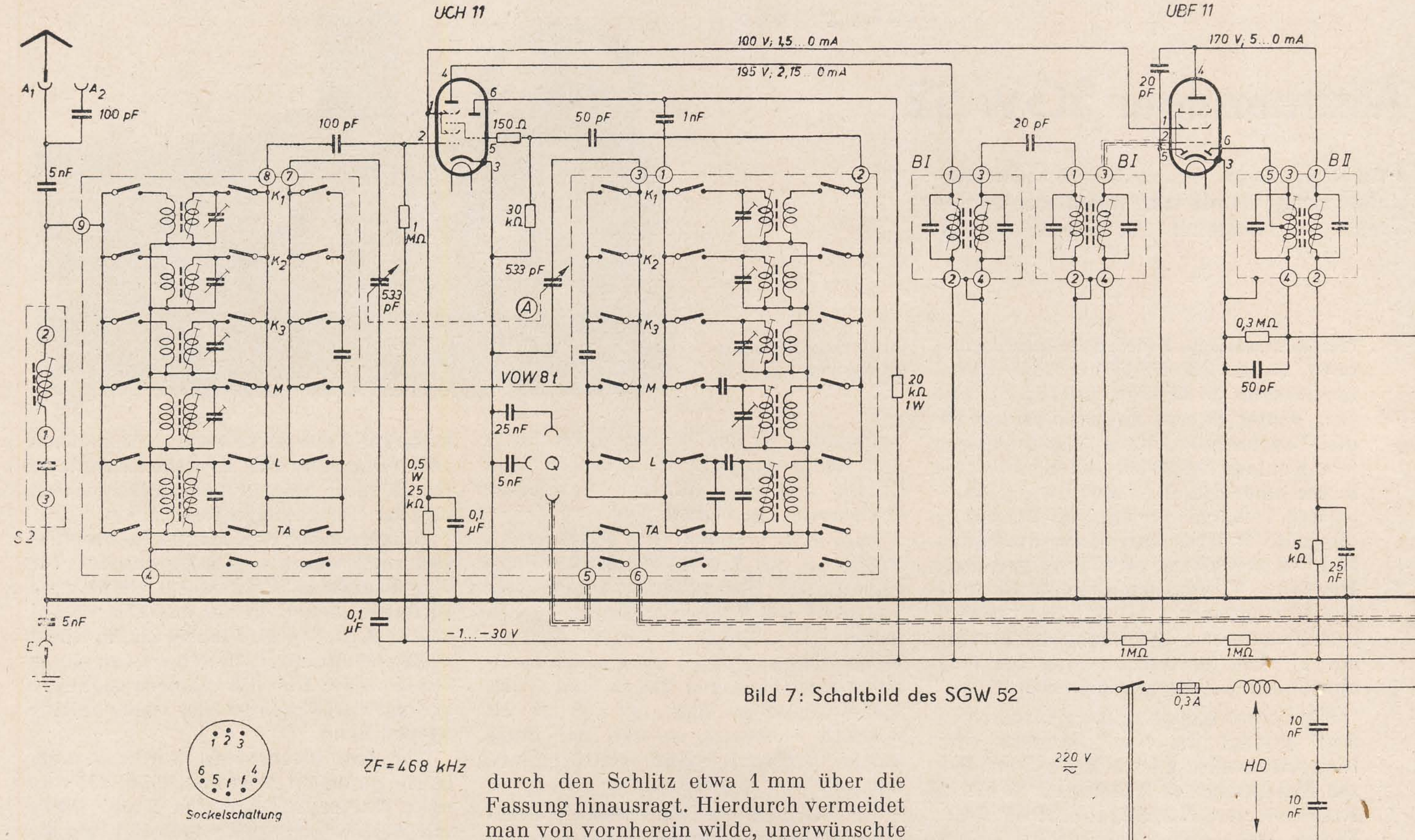



Bild 7: Schaltbild des SGW 52

von 1 bis 8 bezeichneten Lötösen anzuschließen. Montiert wird dieses Aggregat unter dem Chassis (Abgleichseite nach unten), so daß die Wellenbereichschalterachse (Bild 2) nach links herausragt. Vor der Montage muß die Achse auf 12 mm gekürzt werden, damit das Chassis bequem von hinten in das Gehäuse eingeschoben werden kann. Der Achsstumpf wird 3 mm vom Achsende entfernt durchbohrt. In die Durchbohrung schlägt man einen stramm passenden Stift ein und setzt auf das eine Ende des abgesägten, passend zugeschnittenen Achsstückes den Wellenbereichschalterknopf. Das andere Ende erhält eine Kupplungsmuffe, in deren überragendes Ende ein breiter Schlitz eingesägt bzw. eingefeilt wird, damit die Knopfeinheit später mit einem Handgriff von außen durch ein Loch der Gehäusewand auf den mit dem Querstift versehenen Achsstumpf der Wellenschalterachse geschoben werden kann. Passen Schlitz und Querstift gut zusammen, so sitzt der Knopfteil fest und unverrückbar auf dem Achsstumpf und kann im Bedarfsfall schnell und bequem von diesem abgezogen werden.

Der Zweifachdrehkondensator ist auf zwei kräftigen Winkeln erhöht zu montieren, damit das große Skalenrad den erforderlichen Spielraum hat. Die Winkel setzt man zweckmäßig mit Gummizwischenlagen auf das Chassis, um akustische Rückkopplungen zwischen Lautsprecher und Drehkondensator zu vermeiden, die sonst leicht bei Kurzwellenempfang auftreten.

Die Röhrenfassungen sind in der Stellung anzuordnen, die Bild 2 erkennen läßt. Jede Fassung (mit Ausnahme der Fassung für die UM 11) ist mit einem der käuflichen Abschirmbleche auszurüsten, das durch den Schlitz etwa 1 mm über die Fassung hinausragt. Hierdurch vermeidet man von vornherein wilde, unerwünschte Kopplungen in der Verdrahtung, die sich später nur schwer finden und beseitigen lassen. Außerdem bildet das Abschirmblech einen günstigen Erdungspunkt für alle Leitungen der betreffenden Röhrenstufe.

Die ZF-Bandfilter werden nach Bild 2 so montiert, daß ihre Anschlüsse möglichst kurze Gitterleitungen ergeben. Ein Abschirmen der Gitterleitungen ist dann nicht erforderlich. Man braucht also nur die Leitungen abzuschirmen, die im Schaltbild angegeben sind. Der Elektrolytkondensator 32 µF (350 V) ist durch eine Hartpapierscheibe gegen das Chassis zu isolieren, während der Heißleiter in der Drahtführung freitragend neben dem Drahtwiderstand 300 Ω oberhalb des Metallgestells aufgehängt wird. Er erwärmt sich sehr und kann so schnell abkühlen. Unter dem Chassis soll man überhaupt keine sich stark erwärmenden Teile montieren. Der Drahtwiderstand wird zum Einstellen des Heizstromes auf den richtigen Wert von 100 mA mit einer Abgreifschelle versehen.

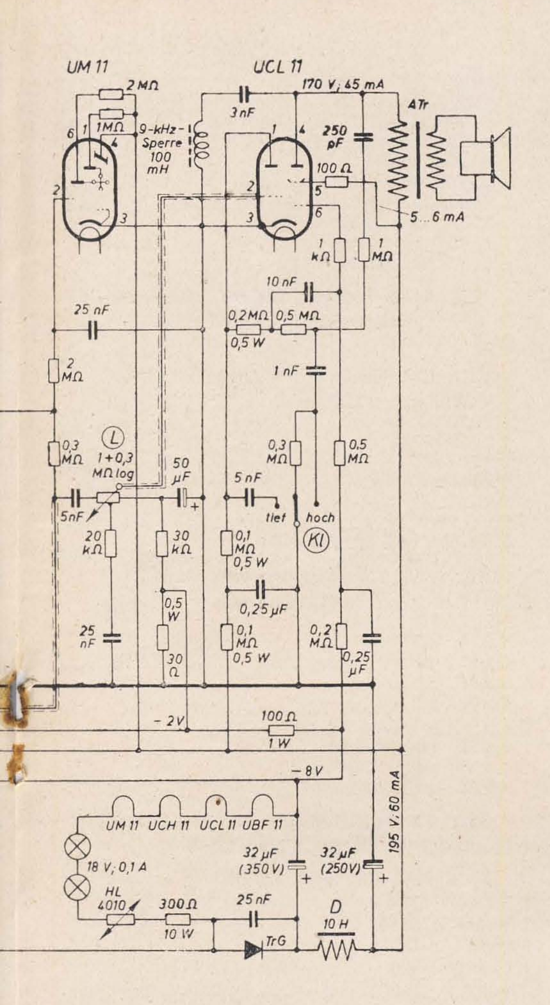
Bild 4 zeigt das Empfängerchassis von hinten und läßt die Lage und Anordnung der Buchsen für Antenne, Erde und Tonabnehmer, die Achse des dreistufigen Klangblendenschalters und die Sicherung erkennen. Weiter ist aus diesem Bild und aus Bild 3 zu ersehen, wie das Magische Auge auf einem Blechwinkel von 1 mm Dicke montiert ist.

Die Netzdrossel wurde bewußt schräg gestellt, damit sie gegen die Endröhre UCL 11 und den Lautsprecher möglichst entkoppelt steht. Das Lautstärkepotentiometer mit zweipoligem Netzschalter wird symmetrisch zur Schwungradachse an dem Hartpapierstreifen befestigt. Daneben ist im Bild 2 die selbstgefertigte HF-Drossel zu sehen. Ihre Maße und Windungszahlen sind dem Bild 5 zu entnehmen.

Alle Kleinteile (Röhrchenkondensatoren, Widerstände usw.) sowie die gesamte Verdrahtung liegen unterhalb der Chassisplatte. Verdrahtet wird nach den allgemein bekannten hochfrequenztechnischen Grundsätzen. Zu beachten ist, daß der Stator des Drehkondensators — wie im Schaltbild angegeben — durch eine besondere Leitung mit der Katode der UCH 11 verbunden wird. Die von den Rotoren des Drehkondensators kommenden Leitungen werden mit Hilfe keramischer Kleinbuchsen durch das Chassis geführt.

Damit das Metallgestell mit vier kräftigen Schrauben auf dem Boden des Empfängergehäuses festgeschraubt werden kann, nietet man an passender Stelle vier kräftige Winkel an das Chassis. Die auf dem Boden aufliegenden Winkelschenkel erhalten Löcher mit entsprechendem Gewinde.

Bild 6 zeigt das Spulenaggregat VOW 8 t, den ZF-Saugkreis S 2 sowie zwei ZF-Bandfilter BI. Vorn im Bild ist der Hartpapierstreifen mit den Skalenlampen zu erkennen. Er wird mit weißer Ölfarbe angestrichen, um das Licht gut zu reflektieren. In den Streifenenden sitzen zwei 3-mm-Steckerbuchsen. In dazu passenden Abständen sind an der großen Hartpapierplatte (Bild 2) zwei kleine kräftige, mit 3-mm-Steckerstiften versehene Winkel angenietet, so daß der Skalenlampenstreifen angesteckt und leicht abgenommen werden kann, wenn eine Skalenlampe durchbrennen sollte. An Stelle der verwendeten Sofittenlampen lassen sich




auch normale Skalenlampen (18 V; 0,1 A) verwenden.

**Skalenrad, Seil- und Zeigerführung**

Das Feld der verwendeten in MHz bzw. kHz geeichten Skala ist für die drei Kurzwellenbereiche, den Mittelwellen- und den Langwellenbereich unterteilt. Der Zeigerweg beträgt 215 mm, dann bleibt am Skalenanfang noch ein kleiner Rest für die undefinierbaren Anfangskapazitäten der Drehkondensatorbewegung.

Bild 8: Seilführung für das Bewegen des Drehkondensators von der Schwungradachse aus

Bild 9: Zeigerführung

Der Skalenraddurchmesser d (in der Nut!) berechnet sich also nach der Formel

$$d = \frac{2}{3,14} \cdot l = 0,64\, l \quad (l = \text{Skalenlänge})$$

zu 138 mm. Benutzt wurde ein in diesen Maßen erhältliches, handelsübliches Skalenrad aus Preßstoff mit zwei nebeneinander verlaufenden Nuten. Als Skalenseil eignet sich gutes Textilseil (0,8 mm ∅) oder dünne Perlonschnur (Angelschnur!). Eins der beiden verwendeten Seile läuft in der unteren Nut nach der Schwungradachse (Bild 8), das andere in der oberen Nut für die Zeigerführung (Bild 9). Der Zeigerschlitten besteht aus einem Stück Weißblech, auf das als Zeiger ein 1,5 mm starker Hartkupferdraht gelötet wird. Das Blech ist so gebogen, daß es von der oberen Kante des großen Hartpapierstreifens geführt wird. Ein dünner Filzstreifen — unter das Blech gelegt — sorgt für ein sanftes, sicheres Gleiten des Schlittens auf der Kante. Der Zeiger wird mit schwarzer oder roter Ölfarbe angestrichen. Man kann auch farbigen Isolierschlauch passender Weite auf den Zeiger schieben.

**Empfängergehäuse und Lautsprecher**

Bild 1 zeigt den Empfänger im Gehäuse von vorn gesehen, Bild 10 von rückwärts (Rückwand abgenommen). Das gesamte obere Feld ist mit einer schönen Bespannung verkleidet, in deren Mitte das Magische Auge sichtbar ist. Die beiden Bedienungsknöpfe sind symmetrisch zu beiden Seiten der Skala angeordnet, links der Lautstärkeregler mit Netzschalter, rechts die Schwungradabstimmung, die den Zeiger schnell über die ganze Skala führt. An der rechten Seitenwand befindet sich der bereits beschriebene Wellenbereichschalterknopf (in den Bildern nicht sichtbar). Der Lautsprecher wurde auf einer 10 mm dicken Schallwand befestigt, die sich hinter der Bespannung über den ganzen oberen Teil des Empfängergehäuses erstreckt. Damit der Knopf der Abstimmanzeigeröhre gut in die vorgesehene Öffnung paßt, wird diese schalenförmig ausgedreht und mit Filz belegt. Ein Metallring schließt die Öffnung in der Bespannung gefällig ab.

Als Lautsprecher dient ein hochwertiges permanentdynamisches System für 4 W Sprechleistung. Der reichlich bemessene Ausgangstransformator ist, wie Bild 10 erkennen läßt, innen an der rechten Seitenwand festgeschraubt. Die Lautsprecherschnur endet in einem Doppelstecker, der in die beiden Lautsprecherbuchsen paßt.

An der oberen rückwärtigen Kante des Gehäuses sitzt eine Leiste mit einer ausreichend tiefen Nut (Bild 10), in welche die Rückwand von unten eingeschoben wird, so daß drei Schrauben für ihre Befestigung ausreichen. Die Papprückwand ist mit einem Entlüftungsgitter und den nötigen Aussparungen für die Anschlußbuchsen, die Klangblendenachse und den Sicherungsknopf zu versehen.

Um den Skalenlampenstreifen ohne ein Entfernen des Chassis aus dem Gehäuse herausnehmen zu können, wurde im Gehäuseboden eine Öffnung vorgesehen, die ein durch zwei Schrauben am Boden festgehaltener Pappstreifen abdeckt.

Durch eine weitere große Öffnung im Boden bleibt das gesamte Chassis von unten zugänglich, so daß der Empfänger (auf den Kopf gestellt) bequem im Gehäuse abgeglichen werden kann und auch Reparaturen ohne Herausnehmen des Chassis möglich sind. Diese große Öffnung verschließt eine Pappe, die innen mit einer dünnen Blechfolie belegt ist. Sie wird mit dem Chassis durch einen Draht verbunden und hält unterhalb des Chassis ein gleichbleibendes Erdpotential aufrecht. Die Abdeckpappe wird zweckmäßigerweise auf der einen Seite mit dem Schaltbild des Supers, auf der anderen Seite mit dem Bild des Spulenaggregats VOW 8 t und einer Tabelle der Grenz- und Abgleichfrequenzen beklebt.

**Abgleichen**

Vor dem Abgleichen stellt man den Heizstrom der Röhren durch Verschieben der Abgreifschelle am 300-Ω-Widerstand auf 100 mA ein. Hierzu wird ein Wechselstrommesser (Meßbereich 100 bis 200 mA) in den Heizstromkreis geschaltet, z. B. zwischen den 300-Ω-Widerstand und den Heißleiter, damit die Katodenströme der Röhren nicht mitgemessen werden. Nachdem die wichtigsten im Schaltbild angegebenen Spannungen nachgeprüft und der Empfänger in Ordnung befunden wurde, kann der Abgleich beginnen, von dem Leistung, Trennschärfe und Klangqualität eines jeden Supers weitgehend abhängen. Das Abgleichen des Supers erfolgt, wie bereits erwähnt, im Gehäuse. Ein kleiner Meßsender ist hierzu erforder-

Bild 10: Rückansicht des geöffneten Empfängers

lich. Wer ein solches Gerät nicht besitzt, läßt den Empfänger besser in einer Rundfunkmechanikerwerkstatt abgleichen.

Bild 11 zeigt das Spulenaggregat VOW 8 t in der Draufsicht und läßt die Lage der Abgleichkerne und -trimmer erkennen. Mit den eingangs genannten Grenzfrequenzen beginnen bzw. enden die einzelnen Skalen. Die Abgleichfrequenzen sind auf den Skalen markiert.

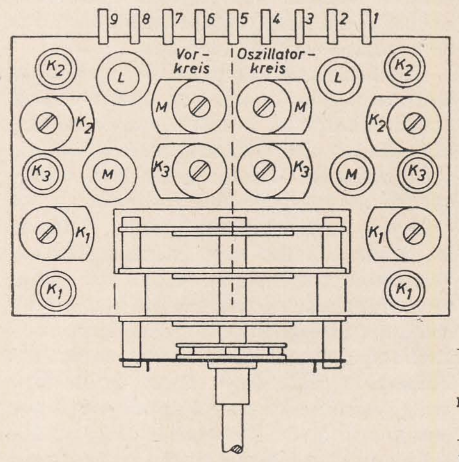



Bild 11: Das Spulenaggregat VOW 8 t in der Draufsicht zeigt die Lage der Abgleichkerne und -trimmer

Vor dem Beginn des Abgleichens überzeuge man sich von dem sicheren und möglichst gleichmäßigen Schwingen des Oszillators in allen Bereichen. Hierzu wird zwischen das katodenseitige Ende des Gitterableitwiderstandes 30 kΩ des Oszillators und Chassis ein Drehspulstrommesser (Meßbereich 0,5 oder 1 mA) geschaltet, der den Schwingstrom anzeigt. Folgende Schwingströme sind für die UCH 11 etwa als Richtwerte anzusehen:

KW = 240 bis 100 μA; MW = 300 bis 250 μA; LW = 280 bis 220 μA.

Kleinere Werte ergeben zu geringe Mischsteilheit und damit ungenügende Verstärkung. Größere Werte können zu Mehrwelligkeit und Zwitscherstellen führen. Der Schwingstrom kann durch Vergrößern des 150-Ω-Dämpfungswiderstandes (vor dem Gitter des Triodensystems der UCH 11) herabgesetzt bzw. durch Verkleinern erhöht werden. Mißt man zu kleine Werte, so ist meist die Triode der UCH 11 nicht mehr leistungsfähig.

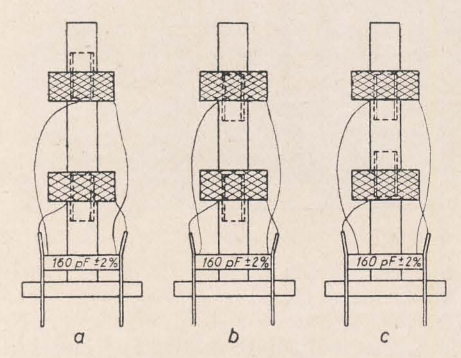



Bild 12: Abgleichmaxima der ZF-Bandfilter
a = schmale Bandbreite (6 kHz)
b = mittlere Bandbreite
c = große Bandbreite

In den ZF-Bandfiltern liegen die Anodenspulen jeweils oben, die Gitter- oder Diodenspulen unten.

Die ZF-Bandbreite der Filter beträgt 6 kHz (Abgleichmaximum bei nach außen geschraubten Kernen wie im Bild 12a). Man kann jedoch ein oder mehrere Filter auch auf die in den Bildern 12 b und c gezeichneten Maxima einstellen, um größere Bandbreiten zu erhalten. Es wird empfohlen, zunächst alle Filter auf Schmalbandstellung abzugleichen und erst bei unbefriedigender Klangwiedergabe größere Bandbreite zu wählen.

Im übrigen muß der Abgleichvorgang als bekannt vorausgesetzt werden. In der nachstehenden Tabelle sind die Grenz- und Abgleichfrequenzen übersichtlich zusammengestellt.

| Bereich | Grenzfrequenzen | | Abgleichfrequenzen | |
|---|---|---|---|---|
| | Trimmerabgleich | Spulenabgleich | Trimmerabgleich | Spulenabgleich |
| K I | 15,65 MHz | 11,0 MHz | 14,95 MHz | 11,19 MHz |
| K II | 11,3 MHz | 7,95 MHz | 10,7 MHz | 8,07 MHz |
| K III | 8,15 MHz | 5,7 MHz | 7,73 MHz | 5,78 MHz |
| M | 1620 kHz | 520 kHz | 1520 kHz | 560 kHz |
| L | — | 150 kHz | — | 173 kHz |

Da alle Spulen einzeln angeschaltet werden, kann man die Bereiche in beliebiger Reihenfolge abgleichen. Die Schaltfolge des Wellenschalters ist bei Rechtsdrehung: K I — K II — K III — M — L — TA und eine siebente Schaltstellung, bei der sich sechs unbelegte Kontaktpaare schließen, die u. U. später für den UKW-Bereich benutzt werden können.

**Zusammenstellung der verwendeten Einzelteile**

*RFT VEB Sternradio Staßfurt*
1 Zweifachdrehkondensator 2 × 533 pF

*Fa. Gustav Neumannn, Creuzburg/Werra, Thüringen*
1 Spulensatz Type SSp 156, bestehend aus
 1 Spulenaggregat VOW 8 t
 1 ZF-Bandfilter B I
 1 ZF-Bandfilter B II
 1 ZF-Saugkreis S 2
1 ZF-Bandfilter B I
1 Netzdrossel Type D 65/100

*RFT VEB Elektro- und Radiozubehör Dorfhain*
1 Stufenschalter 3polig (für Klangblende)
4 Röhrenfassungen für Stahlröhren
3 Abschirmbleche für diese Fassungen
1 Potentiometer 1 + 0,3 MΩ lg. mit angebautem Netzschalter, Listennr. 564/2

*Fa. Remmler, Leipzig C 1, Ernst-Thälmann-Straße 16*
1 Glasskala (zum Spulensatz passend)

*RFT VEB Berliner Glühlampenwerk*
2 Soffittenlämpchen 18 V; 0,1 A

*RFT VEB Werk für Bauelemente „Carl von Ossietzky", Teltow*
Schichtwiderstände
1 × 100 Ω, 0,25 W
1 × 150 Ω, 0,25 W
1 × 1 kΩ, 0,25 W
1 × 5 kΩ, 0,25 W
1 × 20 kΩ, 0,25 W
1 × 30 kΩ, 0,25 W
1 × 200 kΩ, 0,25 W
3 × 300 kΩ, 0,25 W
2 × 500 kΩ, 0,25 W
5 × 1 MΩ, 0,25 W
2 × 2 MΩ, 0,25 W
1 × 30 Ω, 0,5 W
1 × 25 kΩ, 0,5 W
2 × 100 kΩ, 0,5 W
1 × 200 kΩ, 0,5 W
1 × 100 Ω, 1 W
1 × 20 kΩ, 1 W

*VEB Radio-Technik Machern bei Leipzig*
1 Drahtwiderstand (Streifen) 300 Ω mit Abgreifschelle

*VEB Keramische Werke Hermsdorf, Thür.*
Röhrchenkondensatoren
1 × 20 pF
2 × 50 pF
2 × 100 pF
1 × 250 pF
2 × 1 nF
1 × 3 nF
1 Heißleiter Type HL 4010

*RFT VEB Kondensatorenwerk Gera*
Sikatropkondensatoren 250 V =
5 × 5 nF
3 × 10 nF
5 × 25 nF
2 × 0,1 μF
2 × 0,25 μF
Elektrolytkondensatoren
1 × 50 μF; 6/8 V
1 × 32 μF; 250/275 V
1 × 32 μF; 350/385 V

*RFT VEB Gleichrichterwerk Großräschen*
1 Trockengleichrichter 75 mA; 220 V

*RFT VEB Funkwerk Erfurt*
1 Röhre UCH 11
1 Röhre UBF 11
1 Röhre UCL 11
1 Röhre UM 11

*Feho, Fischer & Hartmann, Leipzig S 3*
1 Lautsprecher 4 W, Type P 512

*IKA VEB Elektroinstallation Sondershausen*
1 Feinsicherung 0,3 A

## Eine Milliarde = Eine Billion

Von der Zeit der Inflation her wissen wir noch, daß 1000 Millionen = 1 Milliarde und daß 1000 Milliarden = 1 Billion sind. Das ist nun aber nicht in allen Ländern so. Aus der kleinen Broschüre von G. N. Berman „Wie die Menschen zählen lernten", Übersetzung aus dem Russischen (Aufbau-Verlag, Berlin), entnehmen wir, daß 1000 Millionen, die wir Milliarde nennen, in der Sowjetunion Billion heißen. Während bei uns in der Reihenfolge Million, Billion, Trillion, Quadrillion, Quintillion, Sextillion usw. der folgende Begriff immer $10^6$mal so groß ist wie der vorhergehende, ist in der Sowjetunion jeder Begriff nur immer $10^3$mal so groß wie der vorhergehende. Es ist:

| | in Deutschland | in der Sowjetunion |
|---|---|---|
| $1 \cdot 10^6$ | 1 Million | 1 Million |
| $1 \cdot 10^9$ | 1 Milliarde | 1 Billion |
| $1 \cdot 10^{12}$ | 1 Billion | 1 Trillion |
| $1 \cdot 10^{15}$ | 1 Billiarde | 1 Quadrillion |
| $1 \cdot 10^{18}$ | 1 Trillion | 1 Quintillion |
| $1 \cdot 10^{21}$ | 1 Trilliarde | 1 Sextillion |
| $1 \cdot 10^{24}$ | 1 Quadrillion | 1 Septillion |

Bei Übersetzungen aus dem Russischen heißt es also vorsichtig sein! Wenn dabei der Begriff 1 Billion usw. auftaucht, so überzeuge man sich erst von der wirklichen Größe dieser Zahl und übernehme nicht einfach das Wort in die deutsche Übersetzung. *Fritz Kunze*

Dipl.-Ing. WILHELM HAHN

# Die Verordnung über die Ausrüstung von Seefahrzeugen mit Funkanlagen und über die Wahrnehmung des Seenachrichtenverkehrs (Seefunkverordnung)

## I. Die Bedeutung des Seefunks

Mit der „Verordnung über die Ausrüstung von Seefahrzeugen mit Funkanlagen und über die Wahrnehmung des Seenachrichtenverkehrs (Seefunkverordnung)" vom 3. September 1953 (Gesetzblatt der DDR, Nr. 98, S. 963) sind neue Bestimmungen erlassen worden. Die bisher gültigen Anordnungen auf diesem Gebiet sind durch neue, auf internationaler Grundlage abgeschlossene Abkommen und Verträge teilweise überholt.

Ein Nachrichtendienst zwischen Schiffen untereinander sowie zwischen Schiff und Land läßt sich auf kürzeren Strecken durch optische und akustische Signale herstellen. Für die Überbrückung größerer Entfernungen sind diese Mittel ungeeignet. Erst der Einsatz elektrischer Wellen ermöglichte der Seefahrt, Verbindungen unabhängig von Raum und Zeit zu schaffen. Es bedarf kaum eines besonderen Hinweises, um zu erkennen, welche Bedeutung das Funkwesen gerade für die Seefahrt gewonnen hat. Mit geeigneten Funkanlagen ausgerüstete Schiffe sind jederzeit in der Lage, untereinander oder mit dem Land in Verbindung zu treten. Es ist deshalb auch erklärlich, daß die drahtlose Telegrafie in der Schiffahrt ihren ersten praktischen Einsatz gefunden hat.

Schon in der Präambel zur Seefunkverordnung wird darauf hingewiesen, daß der Seefunkdienst neben der Übermittlung von Nachrichten auf See und zwischen See und Land vor allem die hohe Aufgabe hat, der Sicherheit des menschlichen Lebens auf See und der allgemeinen Schiffssicherheit zu dienen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe ist ein geordneter und zuverlässiger Nachrichtendienst erforderlich, wobei dem Einsatz von Funkanlagen besondere Bedeutung zukommt.

Die Bedeutung der drahtlosen Telegrafie für die Schiffahrt ist frühzeitig erkannt worden. Schon kurz nach der Jahrhundertwende wurde mit dem Einsatz von Funkgeräten auf Schiffen begonnen und dabei bald festgestellt, daß für die Durchführung des Funkbetriebes besondere Richtlinien notwendig sind.

Die Ausbreitung der elektrischen Wellen über große Entfernungen, über Landesgrenzen und Kontinente hinweg gab dem Funkwesen von vornherein einen internationalen Charakter. Aus diesem Grunde mußten auch die Bestimmungen für den Funkbetrieb auf internationaler Grundlage geschaffen werden. Von Deutschland ging seinerzeit die Anregung aus, eine Konferenz einzuberufen, um Bestimmungen auf internationaler Basis für die Durchführung des Funkverkehrs festzulegen. So fand vom 4. bis 13. August 1903 in Berlin eine Vorkonferenz statt, bei der bereits grundlegende Regelungen vereinbart werden konnten. An dieser Konferenz nahmen einschließlich Deutschland acht Länder teil. An der dann folgenden, ebenfalls in Berlin durchgeführten internationalen Konferenz für Funkentelegrafie vom 3. Oktober bis 3. November 1906 beteiligten sich 30 Länder. Seitdem werden solche Funkkonferenzen in bestimmten Abständen einberufen. Die zur Zeit gültigen Bestimmungen für den Seefunk beruhen auf dem internationalen Fernmeldevertrag von Atlantic City 1947 und seinen Vollzugsordnungen für den Funkdienst. Außerdem sind die Bestimmungen des Schiffssicherheitsvertrages berücksichtigt, der auf der internationalen Konferenz zur Sicherheit des Lebens auf See 1948 in London abgeschlossen wurde.

In der Seefunkverordnung und ihrer ersten Durchführungsbestimmung werden im wesentlichen folgende Fragen behandelt:
Welche Seefahrzeuge sind mit Funkanlagen auszurüsten,
wie müssen die technischen Einrichtungen beschaffen sein,
wie wird der Seefunkdienst durchgeführt?

## II. Die Ausrüstungspflicht

### Funkanlagen

Der drahtlose Fernmeldeverkehr umfaßt allgemein das Senden und den Empfang von Zeichen, Signalen, Schriftzeichen, Bildern, Tönen oder Nachrichten jeder Art. Für den Seefunk ist — abgesehen von optischen oder akustischen Signalen für den Nahverkehr — die Übertragung der Nachrichten durch Morsezeichen als Telegrafiefunkdienst oder mit Hilfe der Sprache als Sprechfunkdienst von besonderer Bedeutung. Zum Austausch von Wetterkarten kann man auch den Bildfunk anwenden.

Zu den vorgeschriebenen Ausrüstungen einer Funkanlage gehören Einrichtungen für Telegrafie, Fernsprechen, Peilen und solche zur selbsttätigen Aufnahme von Alarm- oder Notzeichen.

Die Bestimmungen des Schiffssicherheitsvertrages schreiben die Ausrüstungspflicht mit Funkanlagen für bestimmte Seefahrzeuge vor. In der Seefunkverordnung wurde über die Bestimmungen dieses Vertrages noch hinausgegangen und auch Fischereifahrzeuge in den Bereich der Ausrüstungspflicht mit Funkanlagen einbezogen. Gerade in der Hochseefischerei werden weite Reisen durchgeführt, und die Möglichkeit, jederzeit Verbindungen mit anderen Seefahrzeugen oder mit dem Land aufnehmen zu können, ist von großer Bedeutung für die Sicherheit von Besatzung und Schiff. So hat die letzte internationale Konferenz für die Sicherheit des Lebens auf See die Empfehlung gegeben, Küstenschiffe und Fischereifahrzeuge, die den Bestimmungen des gegenwärtig gültigen Vertrages nicht unterliegen, mit Funkanlagen zu versehen.

Die Ausrüstungspflicht mit Funkanlagen für Telegrafie oder Fernsprechen ist in der Seefunkverordnung wie folgt festgelegt.

Mit Telegrafiefunkanlagen sind auszurüsten:

a) Fahrgastschiffe in der Auslandsfahrt ohne Rücksicht auf ihre Größe,
b) Frachtschiffe mit einem Raumgehalt von 1000 BRT und mehr,
c) Fischereifahrzeuge mit einem Raumgehalt von 500 BRT und mehr sowie Leitfahrzeuge von Fischereifahrzeugen mit einem Raumgehalt von 200 BRT und mehr,
d) mindestens eines der Rettungsboote von Fahrgastschiffen, die mehr als 200 Seemeilen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Häfen zurücklegen, und von Frachtschiffen mit einem Raumgehalt von 3000 BRT und mehr sowie jedes weitere fünfte Rettungsboot, wenn die Zahl der Rettungsboote eines Seefahrzeuges mehr als zehn beträgt,
e) Seefahrzeuge, die ständig für Hilfeleistung auf See bestimmt sind.

Für die Ausrüstung mit Sprechfunkanlagen sind vorgesehen:

a) Fahrgastschiffe im Küstenverkehr für 150 Fahrgäste und mehr,
b) Frachtschiffe mit einem Raumgehalt von 500 bis ausschließlich 1000 BRT,
c) Leitfahrzeuge von Fischereifahrzeugen mit einem Raumgehalt unter 200 BRT.

Entsprechend der Bedeutung der Funkpeilung für die Navigation sind auch hinsichtlich der Ausrüstung mit Peilfunkanlagen besondere Bestimmungen notwendig. Hiernach müssen alle mit Telegrafiefunkanlagen ausrüstungspflichtigen Seefahrzeuge (außer Rettungsbooten) sowie sonstige Fischereifahrzeuge mit einem Raumgehalt von 200 BRT und mehr Peilfunkanlagen besitzen.

Zur ständigen Aufnahme von Alarmzeichen in Gefahr befindlicher Schiffe sind auf den Schiffen selbsttätige Alarmzeichenempfangsgeräte vorzusehen, sofern diese zur Ausrüstung mit Telegrafiefunkanlagen verpflichtet sind. Dies gilt aber nicht für dauernd besetzte Seefunkstellen und für die mit Funkanlagen ausgerüsteten Rettungsboote. An Stelle des Alarmgerätes (12 Striche von je 4 Sekunden Dauer bei einem Zwischenraum von 1 Sekunde) können auch Geräte zur Aufnahme des Notzeichens (···– – –···) eingesetzt werden. Um diese Zeichen möglichst wirksam aussenden zu können, sind selbsttätige Tastgeräte vorgeschrieben.

Außer den Bedingungen der Seefunkverordnung gelten in bezug auf die Ausrüstung mit Nachrichtenmitteln die Arbeitsschutzbestimmungen.

**Optische und akustische Fernmeldeanlagen**

Zu diesen Anlagen gehören:
Signale mit Flaggen, Fernsignalkörpern, Semaphoren oder Kunstfeuern;
Signale mit Lichtblinken oder mit farbigen Laternen (außer Infrarot) mit der Einschränkung, daß im Bereich der Befeuerung der Fahrwasser, Küsten und Inseln der DDR die Lichtstärke der Signallichter nicht die der hellsten Positionslaterne übersteigen darf;
Schallsignale, die durch die Luft übertragen werden.

Das Errichten und der Betrieb solcher Anlagen auf Seefahrzeugen der DDR für die Übermittlung von Nachrichten sind allgemein genehmigt. Mit Ausnahme der in der Kleinen Küstenfahrt eingesetzten Fahrzeuge müssen alle Seefahrzeuge mit einem Raumgehalt über 150 BRT eine wirksame Tageslichtsignallampe an Bord mitführen.

## III. Technische Anforderungen an die Seefunkstellen

**Allgemeines**

Die Einrichtungen der Seefunkstellen sind auf dem jeweiligen der Wissenschaft und Technik entsprechenden Stand zu halten und so auszuführen und zu betreiben, daß sie andere Funkdienste nicht stören.

Einbau und Betrieb der Funkstellen müssen den gültigen Arbeitsschutzbestimmungen sowie dem von der Kammer der Technik herausgegebenen Vorschriftenwerk Deutscher Elektrotechniker genügen.

Aus Sicherheitsgründen sind neben den Hauptfunkanlagen noch Not- (Ersatz-) Einrichtungen vorzusehen. Ausnahmen werden nur dann zugelassen, wenn bei Fischereifahrzeugen und Seefahrzeugen, die ständig für Hilfeleistung auf See bestimmt sind, bei bestehenden Anlagen auf Frachtschiffen und bei Neuanlagen auf Frachtschiffen unter 1000 BRT die Hauptanlage allen Bedingungen für die Notanlage entspricht. Die Seefunkstelle sowie alle Teile der Notanlage sind im oberen Teil des Schiffes so hoch und sicher wie möglich über der obersten Ladelinie unterzubringen. Die Notbatterie muß mindestens sechs Stunden ununterbrochen den Betrieb der angeschlossenen Einrichtungen sicherstellen.

Außerdem ist ein schneller Übergang der Geräte von Senden auf Empfang erforderlich. Geräte in Seefunkstellen für den Sprechfunkverkehr, der mit Teilnehmern an Land durchgeführt wird, die an öffentliche Fernsprechnetze angeschlossen sind, müssen für Gegensprechen eingerichtet sein.

**Mindestreichweiten**

Nach den Bestimmungen des Schiffssicherheitsvertrages sind für bestimmte Arten von Seefahrzeugen und Fahrtbereiche Mindestreichweiten für die Seefunkstellen vorgeschrieben. Diese Vorschriften wurden in den Bedingungen der Seefunkverordnung berücksichtigt, die folgendermaßen lauten:

Im Frequenzbereich von 405 bis 535 kHz und bei Telegrafiebetrieb (Sendeart $A_2$) sowie einer Feldstärke am Empfangsort von mindestens 50 $\mu$V/m müssen unter Verwendung der normalen Schiffsantenne folgende Mindestreichweiten erzielt werden:

a) für Fahrgastschiffe in der Auslandsfahrt sowie für Frachtschiffe mit einem Raumgehalt von 1000 BRT und mehr
150 Seemeilen für den Hauptsender und
100 Seemeilen für den Notsender;

b) für Fischereifahrzeuge mit einem Raumgehalt von 200 BRT und mehr sowie für Seefahrzeuge, die ständig für Hilfeleistung auf See bestimmt sind,
100 Seemeilen für den Hauptsender und
75 Seemeilen für den Notsender.

Für den Sprechbetrieb (Sendeart $A_3$) im Frequenzbereich von 1605 bis 2850 kHz gelten bei einer Feldstärke am Empfangsort durch die unmodulierte Trägerwelle von mindestens 25 $\mu$V/m folgende Mindestreichweiten:

a) für Fahrgastschiffe im Küstenverkehr für 150 Fahrgäste und mehr,

b) für Frachtschiffe mit einem Raumgehalt von 500 bis ausschließlich 1000 BRT sowie für Leitfahrzeuge von Fischereifahrzeugen mit einem Raumgehalt unter 200 BRT
150 Seemeilen.

Für die Bedingungen der Mindestreichweite sind drei Begriffe maßgebend, nämlich Reichweite, gemessen in Seemeilen (sm), Feldstärke, gemessen in $\mu$V/m, und Senderleistung, gemessen in W, auf deren Zusammenhang hier näher eingegangen sei.

Bei der Bestimmung der Senderleistung, die zur Überbrückung einer bestimmten Strecke erforderlich ist, muß von den Ausbreitungsverhältnissen der elektrischen Wellen ausgegangen werden. Hierbei spielt nicht nur die Größe der einzusetzenden Frequenz und ihre Ausbreitung als Boden- oder als Raumwelle eine große Rolle, sondern auch der Zeitpunkt der Übertragung und andere Faktoren. In nachstehenden Ausführungen sollen die Verhältnisse für den Telegrafieverkehr bei 500 kHz und für den Sprechverkehr bei 2000 kHz untersucht werden.

1. Telegrafiefunkverkehr

Im Schiffssicherheitsvertrag ist eine Mindestfeldstärke am Empfangsort von 50 $\mu$V/m unter normalen Bedingungen im Telegrafieverkehr angegeben. Als Richtlinie für die Bestimmung der normalen Reichweite gibt der Vertrag folgende Werte an:

| Reichweite sm | Meterampere | Sendernennleistung W |
|---|---|---|
| 200 | 128 | 200 |
| 175 | 102 | 125 |
| 150 | 76 | 71 |
| 125 | 58 | 41 |
| 100 | 45 | 25 |
| 75 | 34 | 14 |

Meterampere ist das Produkt aus der wirklichen Antennenhöhe in m, gemessen vom höchsten Punkt der Antenne bis zur tiefsten Ladelinie, und der Stromstärke in A, gemessen am Fußpunkt der Antenne.

Nach den Angaben des Vertrages entsprechen die Werte in der zweiten Spalte der Tabelle einem mittleren Wert aus dem Verhältnis

$$\frac{\text{effektive Antennenhöhe}}{\text{maximale Antennenhöhe}} = 0{,}47,$$

das zwischen 0,3 und 0,7 schwanken kann.

Für die Bestimmung der Gesamtantennenleistung (Sendernennleistung) wurde das Verhältnis

$$\frac{\text{ausgestrahlte Antennenleistung}}{\text{Gesamtantennenleistung}} = 0{,}08^{1)}$$

zugrunde gelegt.

Trägt man die Werte für Meterampere und Sendernennleistung als Funktion der normalen Reichweite in Seemeilen (1 sm = 1852 m) auf, entstehen die im Bild 1 wiedergegebenen Kurven. Die Tabellenwerte lassen nicht erkennen, mit welchen

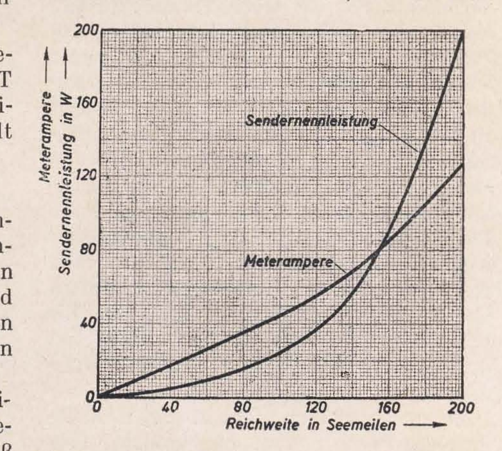



Bild 1: Sendernennleistung und Meterampere bei einer Feldstärke von 50 $\mu$V/m am Empfangsort als Funktion der Reichweite bei 500 kHz

Werten für die maximale Antennenhöhe und für den Antennenkreiswiderstand gerechnet wurde. Wird aus den Zahlenangaben der Tabelle für verschiedene Antennenhöhen jeweils der zugehörige Widerstand berechnet, so ergibt sich eine Beziehung entsprechend Bild 2, die physikalisch keinen Sinn hat, sondern nur rein rechnerisch aufzufassen ist. Es entspricht beispielsweise dem Widerstand von etwa 5 Ω eine maximale Antennenhöhe von 20 m. Ferner enthält dieses Diagramm die Antennenstromstärken für die Sendernennleistungen 14, 71 und 200 W als Funktion des Antennenkreiswiderstandes. Bild 3 zeigt die Abhängigkeit der Feldstärke von der Entfernung in sm für die Frequenz 500 kHz, und zwar für eine ausgestrahlte Leistung von 1 kW. Die den CCIR-Veröffentlichungen entnommenen Angaben gelten für die Ausbreitung am Tage über Seewasser mit der Leitfähigkeit von $4 \cdot 10^{-11}$ CGS (el.magn.) und der Dielektrizitätskonstanten 80.

Es soll nun die Nennleistung für verschiedene Entfernungen bei einer Feld-

[1]) In dem im Verlag Technik erschienenen Auszug aus dem Schiffssicherheitsvertrag 1948 ist ein Druckfehler enthalten; es muß dort statt 0,8 richtig 0,08 heißen.

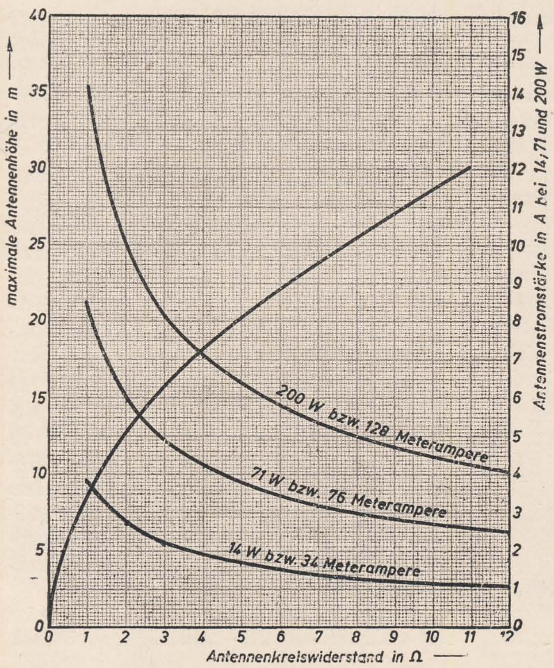



Bild 2: Maximale Antennenhöhe und Antennenstromstärke als Funktion des Antennenkreiswiderstandes

stärke am Empfangsort von 50 μV/m ermittelt werden. Aus der Feldstärkekurve für 1k W Strahlungsleistung ergibt sich beispielsweise eine Feldstärke von 600 μV/m bei der Entfernung von 160 sm. Die gesuchte Nennleistung erhält man aus der Beziehung

$$\left(\frac{50}{600}\right)^2 \cdot \frac{1000}{0,08} = 87 \text{ W},$$

wobei für den Antennenwirkungsgrad der genannte Wert von 0,08 eingesetzt worden ist. Aus Bild 3 kann für eine Feldstärke am Empfangsort von 50 μV/m die jeweils benötigte Sendernennleistung entnommen werden. Die Werte stimmen mit denen der Tabelle (Bild 1) gut überein.

2. Sprechfunkverkehr

Im Bild 4 ist die Ausbreitungskurve für die Frequenz 2000 kHz unter sonst gleichen Bedingungen wie das Diagramm Bild 3 für 500 kHz angegeben. Der Schiffssicherheitsvertrag sieht für den Sprechfunkverkehr eine Feldstärke am Empfangsort von 25 μV/m vor und gibt für das Verhältnis ausgestrahlte zu gesamter Antennenleistung den Mittelwert 0,27 an. Die hiernach errechneten Werte für die Sendernennleistung als Funktion der Entfernung bei einer Feldstärke am Empfangsort von 25 μV/m sind aus Bild 4 ersichtlich. So ergibt sich zum Beispiel für die Reichweite von 150 sm eine Trägerwellenleistung des Senders von 15 W und bei 70 sm eine solche von etwa 1 W.

In der Seefunkverordnung ist als Leistung der Telegrafiesender die Hochfrequenzleistung angegeben, die der Sender bei Dauerstrich (Oberstrichleistung) 15 Minuten lang an den Eingang der Antenne abgeben kann. Für Telefoniesender gilt die im unmodulierten Zustand an den Eingang der Antenne abgegebene Leistung (Trägerwellenleistung).

**Bedingungen für die Sender der Seefunkstellen**

War bisher nur von Mindestleistungen die Rede, so enthalten die Bestimmungen andererseits Angaben über eine Begrenzung der Senderleistung nach oben. Sie darf folgende Werte nicht übersteigen:

| Frequenzbereich kHz | Sendeart | Maximale Sendernennleistung W |
|---|---|---|
| 405 bis 535 | $A_1$, $A_2$ | 500 |
| 1605 bis 2850 | $A_3$ | 100 |
| 4000 bis 23000 | $A_1$ | 1000 |
| 4000 bis 23000 | $A_3$ | 250 |

Für die Sender der Seefunkstellen gelten ferner noch folgende Bedingungen:

Die Sender müssen innerhalb 50 Sekunden nach dem Einschalten sendebereit und den Anforderungen eines 6stündigen Dauerbetriebes gewachsen sein. Ein Wechsel der vorgesehenen Frequenzen muß sich in 5 Sekunden, bei gleichzeitigem Bereichswechsel in 15 Sekunden ermöglichen lassen. Die Frequenztoleranz muß den in der Vollzugsordnung für den Funkdienst (Ausgabe Atlantic City 1947) angegebenen Werten entsprechen, das heißt für den Frequenzbereich von 10 bis 535 kHz 0,1% und für 1605 kHz bis 30 MHz 0,02%. Auch die Energie jeder Ausstrahlung außerhalb der eingestellten Frequenz darf den international festgelegten Wert nicht überschreiten und muß um 40 db (10000fach) kleiner als die Nennleistung sein.

Die Sender müssen bei $A_2$- und $A_3$-Betrieb bis zu 80% modulierbar sein. Für den Sprechbetrieb darf der Frequenzgang des Modulationsverstärkers im Bereich zwischen 300 und 3400 Hz den Wert ± 2 db nicht überschreiten. Der Klirrfaktor soll bei 800 Hz nicht größer als 10% und darf bei keiner Frequenz größer als 15% sein.

Als Sendearten sind zunächst $A_1$, $A_2$ und $A_3$ zugelassen. Der bei $A_2$-Betrieb verwendete Ton muß im Bereich von 450 bis 1350 Hz auf bestimmte Frequenzen einstellbar sein.

**Bedingungen für die Empfänger der Seefunkstellen**

Bezüglich des Frequenzbereiches und der Sendearten ist die Hauptempfangsanlage so zu bemessen, daß sie auch die Aufnahme von Zeitzeichen, Wettermeldungen, Nachrichten für Seefahrer usw. gestattet. Ein als Notempfänger vorgesehenes Gerät muß auch mit Detektor ausgerüstet sein. Weitere Bedingungen beziehen sich auf raschen Wellenwechsel, Trennschärfe, Konstanz, Empfindlichkeit, Schwundregelung, Unterdrückung störender Ausstrahlungen und einfache Bedienung.

**Bedingungen für Funkanlagen auf Motorrettungsbooten und für tragbare Rettungsbootstationen an Bord von Seefahrzeugen**

Von größter Bedeutung ist die Sicherheit des menschlichen Lebens auf See, weshalb die internationalen Vorschriften auch genaue Angaben über Zahl und Art der Rettungsboote sowie sonstiger Ret-

Bild 3: Feldstärke und Sendernennleistung als Funktion der Reichweite bei 500 kHz (Telegrafiefunk)

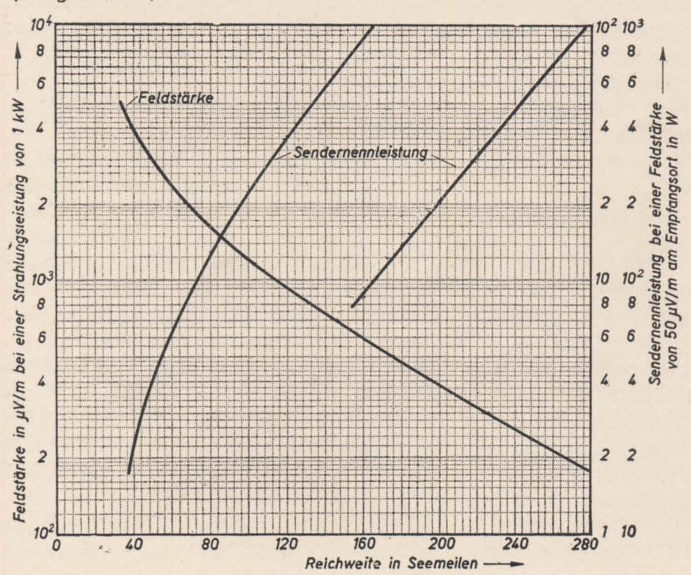
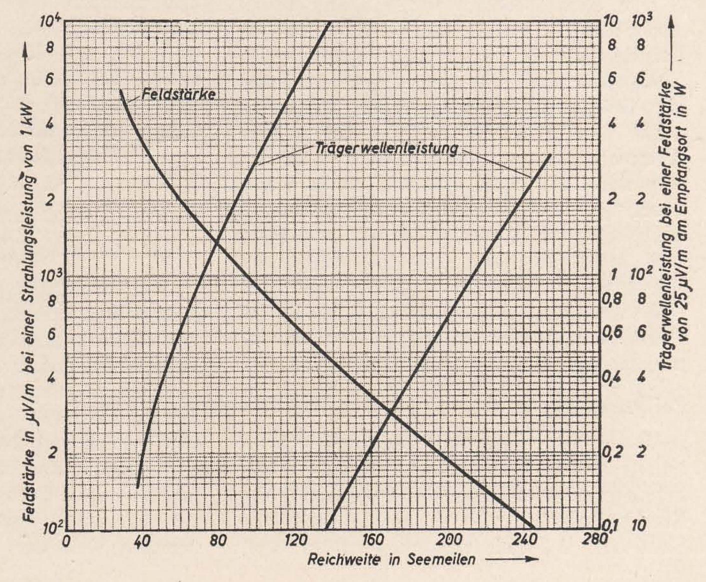



Bild 4: Feldstärke und Trägerwellenleistung als Funktion der Reichweite bei 2000 kHz (Sprechfunk)



tungsgeräte enthalten. Auch auf die funktechnische Ausrüstung der Rettungsboote und tragbaren Rettungsbootstationen nehmen diese Vorschriften Bezug.

Die Seefunkverordnung bestimmt, welche Rettungsboote mit Funkanlagen ausgerüstet sein müssen, und die erste Durchführungsbestimmung enthält nähere technische Angaben. Die Geräte sind für die Frequenzen 500 kHz — vorzugsweise mit der Sendeart $A_2$ oder B — und 8364 kHz — vorzugsweise mit der Sendeart $A_2$ — einzurichten. Die Sendeart B (gedämpfte Wellen) ist nur noch im Seenotverkehr zulässig.

Bei der Frequenz von 500 kHz und der Verwendung einer normalen festen Antenne sowie einer Feldstärke am Empfangsort von 50 $\mu$V/m sollen die in Motorrettungsbooten eingebauten Sender eine Strecke von mindestens 25 sm überbrücken. Dies entspricht einer Leistung von etwa 15 W bei Batteriebetrieb. Die Batterie muß so bemessen sein, daß sie einen ununterbrochenen Betrieb von mindestens vier Stunden gewährleistet.

Bei tragbaren Rettungsbootstationen soll die Anodenleistung für Röhrensender mindestens 10 W betragen, wobei Handbetrieb vorausgesetzt wird. Die tragbaren Geräte müssen sich leicht transportieren lassen und schwimmfähig sein; sie dürfen, wenn sie ins Wasser fallen, keinen Schaden nehmen.

Die Antennen sollen am Mast der Boote befestigt oder von Drachen oder Ballons getragen werden.

### Selbsttätige Alarm- und Notzeichenempfangsgeräte

Diese Geräte dienen dazu, die Seefunkstellen durch akustische Zeichen auf das Aussenden von Alarmzeichen oder Notzeichen eines Schiffes aufmerksam zu machen. Die Alarmgeräte sind dann betriebsbereit zu halten, wenn die Seefunkstelle nicht besetzt, also nicht für den Hörempfang bereit ist. Alarm- und Notzeichenempfangsgeräte sind für die Frequenz 500 kHz (Seenotwelle 600 m) und die Sendearten $A_2$ und B eingerichtet. Der Empfänger muß eine Bandbreite von $\pm$ 8 kHz haben, die Dämpfung der Durchlaßkurve soll etwa 30 db bei einer Verstimmung von $\pm$ 14 kHz betragen.

Das Alarmzeichen besteht aus 12 in einer Minute abgegebenen Strichen, wobei die normale Dauer jedes Striches vier Sekunden und die der Zwischenräume eine Sekunde betragen soll. Das Auswahlgerät muß so bemessen sein, daß es den Alarmzusatz schon nach drei aufeinanderfolgenden Strichen auslöst, auch wenn deren Länge zwischen 3,5 und 6 Sekunden und die der Zwischenräume zwischen 100 Millisekunden und 1,5 Sekunden schwankt.

Je ein akustischer Zeichengeber ist im Funkraum, im Schlafraum des Funkers und auf der Brücke anzubringen.

### Peilfunkanlagen

Von den für diese Anlagen vorgeschriebenen technischen Bedingungen seien folgende erwähnt: Eine Funkpeilung (rohe Funkpeilung plus Funkbeschickung) mit Sendeart $A_2$ bei einem Abstand von 100 sm von dem zu peilenden Sender und bei einer Feldstärke von 50 $\mu$V/m muß auf 0,5 Winkelgrad genau mit der wahren Peilung übereinstimmend aufgenommen werden können. Dabei wird eine fehlerfreie Funkbeschickung als Beiwert zur rohen Funkpeilung und eine völlig geradlinige Ausbreitung der Peilwellen vorausgesetzt.

Der Peilempfänger ist für die Frequenzbereiche von mindestens 285 bis 535 und 1605 bis 2850 kHz bei den Sendearten $A_1$, $A_2$ und $A_3$ einzurichten. Für die Abstimmschärfe wird gefordert, daß beim Empfang der Frequenz 410 kHz und der Sendeart $A_2$ die Ausgangsspannung bei einer Verstimmung um $\pm$ 4 kHz mindestens um 34 db absinkt.

### Überprüfung der Seefunkstellen

Nach den Bestimmungen der Seefunkverordnung sind Funkanlagen auf Seefahrzeugen der DDR vor ihrer Inbetriebnahme durch Dienststellen des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen und des Ministeriums für Arbeit zu prüfen. Sofern keine Beanstandungen vorliegen, werden nach dieser Abnahmeprüfung folgende Urkunden ausgestellt:

1. eine Verleihungsurkunde für das Errichten und den Betrieb der Funkanlage;
2. ein Schiffssicherheitszeugnis für ein mit Telegrafie- und Peilfunkanlage ausgerüstetes Fahrgastschiff, wenn dieses außerdem allen übrigen der Schiffssicherheit dienenden Anforderungen entspricht;
3. ein Funksicherheitszeugnis für alle übrigen mit Funkanlagen ausgerüsteten Seefahrzeuge und
4. ein Ausnahmezeugnis für ein Seefahrzeug, wenn dieses von der Ausrüstungspflicht befreit ist.

Außerdem sind alle 12 Monate regelmäßige Überwachungsprüfungen vorzunehmen. Ferner können noch Prüfungen aus besonderem Anlaß durchgeführt werden.

In der ersten Durchführungsbestimmung zur Seefunkverordnung sind Richtlinien für die Prüfung der Funkanlagen zusammengestellt. Sie betreffen Zeitpunkt und Gegenstand der Prüfungen, Einzelheiten der technischen Prüfung, Betriebsfähigkeit, Feststellungen hinsichtlich des Funkpersonals. Das Prüfungsergebnis ist dem Kapitän oder seinem Vertreter mitzuteilen und der Prüfungsbericht dem Ministerium für Post- und Fernmeldewesen zu übersenden.

## IV. Die Abwicklung des Seefunkbetriebes

### Austausch von Funknachrichten

Alle Seefunkstellen sind entsprechend ihrem Bestimmungszweck zum Austausch von Funknachrichten verpflichtet, und zwar ohne Unterschied des von ihnen benutzten Funksystems. Die nicht durch die Eigenart des Seefunkdienstes bedingten Verkehrsregeln richten sich nach den allgemeinen Bestimmungen für den Telegrafen- und Fernsprechverkehr. Wegen der starken Besetzung der Frequenzbänder soll sich der unmittelbare Verkehr zwischen Seefunkstellen untereinander auf das unbedingt notwendige Maß beschränken. Ein Austausch überflüssiger Zeichen sowie Übermittlung von Nachrichten unter einer sogenannten Deckanschrift sind untersagt.

Der Nachrichtenaustausch mit fremden See- und Küstenfunkstellen regelt sich nach den besonderen Bestimmungen über die Zulassung zum internationalen Telegrafen- und Fernsprechverkehr, soweit es sich nicht um Fragen der Schiffssicherheit und der Schiffsführung handelt.

Für die Durchführung des Verkehrs gelten die Betriebsbedingungen im beweglichen Funkdienst, die in den Vollzugsordnungen enthalten sind. Der Betrieb von Fernmeldeanlagen auf fremden Seefahrzeugen, sofern sie sich in Gewässern der DDR aufhalten, unterliegt ebenfalls den Bestimmungen der Seefunkverordnung.

### Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitsfälle

Von besonderer Bedeutung ist die Beachtung und der Schutz der Zeichen für Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitsfälle auf See. Alle Anrufe und Meldungen dieser Art sind bevorzugt aufzunehmen. Nur auf Weisung des Kapitäns oder seines Stellvertreters dürfen Notzeichen und Notmeldungen sowie Dringlichkeitszeichen und Dringlichkeitsmeldungen gegeben werden. Über die Durchführung dieses Verkehrs gibt die Vollzugsordnung für den Funkdienst nähere Anweisungen, von denen hier einige genannt werden.

Das im Telegrafieverkehr verwendete Notzeichen ist als ein einziges Zeichen · · · – – – · · · auszusenden. Dem Notruf geht im allgemeinen das Alarmzeichen voraus. Der Notanruf besteht aus dem dreimal übermittelten Notzeichen, dem Wort DE und dem dreimal übermittelten Rufzeichen der in Not befindlichen Seefunkstelle.

Für Seefahrzeuge, die nur mit Sprechfunkanlagen ausgerüstet sind, besteht das Notzeichen aus dem Wort MAYDAY, das wie der französische Ausdruck m'aider ausgesprochen wird. Beim Notanruf ist das Wort MAYDAY dreimal zu sprechen, dann das Wort ICI, anschließend das Rufzeichen oder ein sonstiges Kennzeichen der in Not befindlichen Seefunkstelle; das Ganze ist dreimal zu wiederholen.

### Funktagebuch und Funkbeschickungstagebuch

Als Beleg über den Funkverkehr ist in jeder Funkstelle des Seefunkdienstes ein Funktagebuch zu führen, das als öffentliche Urkunde gilt.

In das Funktagebuch sind einzutragen: Namen der Funker, Vermerke über die vorgeschriebenen regelmäßigen Überprüfungen der Funkeinrichtungen, Aufzeichnungen über den eigenen Funkverkehr (in zeitlicher Reihenfolge), Vorkommnisse und Zwischenfälle, die sich auf den Seefunk beziehen und für die Sicherheit des menschlichen Lebens auf See von Bedeutung sein können.

Ein abgeschlossenes Funktagebuch ist ein Jahr lang an Bord und zwei Jahre

beim Eigentümer oder Rechtsträger des Seefahrzeuges aufzubewahren. Bei Peilfunkanlagen ist ein Funkbeschickungstagebuch zu führen.

### Fernmeldegeheimnis

Nicht nur das Funkpersonal, sondern auch die Eigentümer oder Rechtsträger und Kapitäne aller mit Funkanlagen ausgerüsteten Seefahrzeuge sind verpflichtet, in ausreichender Weise für die Wahrung des Fernmeldegeheimnisses zu sorgen.

Nur solchen Personen darf der Zutritt zur Funkstelle und die Einsichtnahme in Unterlagen und Betriebsvorgänge gestattet werden, die dort beruflich tätig sind oder ein Aufsichtsrecht über die Funkstelle ausüben.

### Dienstbehelfe

Alle Seefunkstellen müssen mit Dienstbehelfen ausgerüstet sein, zu denen folgende Unterlagen gehören:

Alphabetische Rufzeichenliste,
Verzeichnis der Küsten- und Seefunkstellen,
Verzeichnis der Ortungsfunkstellen,
Verzeichnis der Funkstellen für Sonderfunkdienste,
Nautischer Funkdienst,
Vollzugsordnung und Zusatzvollzugsordnung für den Funkdienst sowie die Bestimmungen des Internationalen Fernmeldevertrages, die den Funkdienst an Bord von Seefahrzeugen betreffen,



*Das Staatssekretariat für Hochschulwesen hat den „Helden der Arbeit" Dipl.-Ing. Josef Stanek, Direktor des Betriebes EFEM, Entwicklung und Fabrikation Elektrischer Meßinstrumente, zum Professor ernannt und seine Berufung an die TH Dresden ausgesprochen. Jeder, der Prof. Stanek kennt, ist davon überzeugt, daß er seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Meßtechnik mit einer bewundernswerten intensiven Schaffenskraft zur Schulung des wissenschaftlichen Nachwuchses und damit für den Wohlstand unseres Vaterlandes einsetzen wird. Wir wünschen ihm bei der verantwortungsvollen Tätigkeit große Erfolge.*

*Die Redaktion*

Gebührenbuch für den Seefunkdienst,
Gebührenbuch für Telegramme,
Seefunkverordnung mit Durchführungsbestimmungen,
Bestimmungen des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen über den Telegrafen- und Fernsprechdienst.

Die jeweils in Frage kommenden Dienstbehelfe sind in der ersten Durchführungsbestimmung zur Seefunkverordnung angegeben.

### Gruppeneinteilung

Die Einteilung der Seefunkstellen erfolgt in drei Gruppen entsprechend der Zahl der von ihnen durchzuführenden Dienststunden. Zur ersten Gruppe gehören Funkstellen mit ununterbrochenem Dienst auf Fahrgastschiffen in der Auslandsfahrt, die für 300 und mehr Fahrgäste eingerichtet sind.

Die zweite Gruppe umfaßt

a) Funkstellen mit 16stündigem Dienst auf Fahrgastschiffen in der Auslandsfahrt, die für 150 bis 299 Fahrgäste eingerichtet sind,
b) Funkstellen mit 8stündigem Dienst auf allen anderen Fahrgastschiffen in der Auslandsfahrt sowie auf Frachtschiffen in der Auslandsfahrt mit einem Raumgehalt von 1000 BRT und mehr.

Zu der dritten Gruppe zählen Funkstellen mit kürzerer Dienstzeit, als sie für Funkstellen der zweiten Gruppe notwendig ist, und zwar Seefunkstellen auf allen anderen Frachtschiffen, auf Fischerei- und sonstigen Seefahrzeugen sowie auf allen Seefahrzeugen, für die keine Pflicht zur Ausrüstung mit Funkanlagen besteht.

## V. Sonstige Bestimmungen

### Verleihung

Das Ministerium für Post- und Fernmeldewesen verleiht die Befugnis zum Errichten und zum Betrieb von Funkanlagen durch Ausstellen einer Verleihungsurkunde. Ohne Verleihung dürfen solche Anlagen weder errichtet noch betrieben werden. Der Besitz von Funksendeanlagen, auch wenn sie nicht benutzt werden, ist nur mit Genehmigung des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen zulässig. Bei Nichteinhaltung der Bedingungen kann eine bereits erteilte Verleihung zurückgezogen werden.

### Verantwortlichkeit

Für die Ausrüstung der Seefunkstellen mit den technischen Einrichtungen und für ihren Betrieb haben die Eigentümer oder Rechtsträger der Seefahrzeuge zu sorgen. Diese Personen sowie die Kapitäne sind zur Erfüllung der Vorschriften der Seefunkverordnung und ihrer Durchführungsbestimmungen verpflichtet und für deren Einhaltung verantwortlich. Dies bezieht sich auch auf die Inhaber von Seefunkzeugnissen (Funker).

### Funkzeugnisse

Funkstellen des Seefunkdienstes dürfen nur von solchen Personen bedient und betrieben werden, die im Besitz eines von der Regierung der DDR ausgestellten gültigen Funkzeugnisses sind. Diese Zeugnisse werden vom Ministerium für Post- und Fernmeldewesen ausgestellt; sie können von diesem entzogen werden, wenn grobe Verstöße gegen die Vorschriften der Seefunkverordnung und ihrer Durchführungsbestimmungen oder eine Minderung der persönlichen Eignung festgestellt werden. Die Bedingungen zur Erlangung der Funkzeugnisse und über deren Einteilung in Klassen werden besonders festgesetzt.

### Strafbestimmungen

Verstöße gegen die Bestimmungen der Verordnungen werden bestraft. Außer Gefängnis- oder Geldstrafen sind auch Ordnungsstrafen für weniger schwere Fälle vorgesehen.

Ohne Rücksicht auf Eigentumsverhältnisse und sonstige Rechte Dritter können die Gegenstände, auf die sich die strafbare Handlung bezieht oder die zu einer solchen Handlung benutzt worden sind, eingezogen werden.

### Literatur

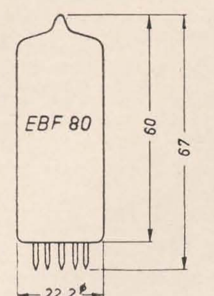

1. Pfitzner, Die internationale Vorkonferenz für Funkentelegraphie in Berlin, Archiv für Post und Telegraphie, Nr. 3, S. 65, 1904.
2. Dokumente der Internationalen Konferenz für Funkentelegraphie (Documents de la conférence radiotélégraphique internationale) Berlin, 1906, veröffentlicht vom Deutschen Reichspostamt.
3. Gesetz über Fernmeldeanlagen in der Fassung vom 14. Januar 1928 (RGBl. I S. 8).
4. W. Hahn, Drahtloses Gegensprechen, Elektrotechnische Zeitschrift, 50. Jahrg., Heft 28, S. 1019, 1929.
5. W. Hahn, Seefunk, Telegraphen-, Fernsprech- und Funktechnik, Heft 9, S. 237, 1936.
6. A. Kofes, Ausbreitung elektromagnetischer Wellen ( nach dem Bericht des CCIR), herausgegeben von der C. Lorenz AG, Druckschrift Nr. 745.
7. W. Hahn, Die Grundlagen des praktischen Funkdienstes, Der Fernmeldeingenieur, 4. Jahrg., Heft 6, 1944.
8. Internationaler Fernmeldevertrag (Convention internationale des télécommunications), Atlantic City, 1947, mit den Vollzugsordnungen und dem Zusatzprotokoll.
9. Schiffssicherheitsvertrag (International Conference on Safety of Life on Sea) London, 1948, Auszug hieraus als Taschenbuch, Verlag Technik, Band 7 unter dem Titel „Internationale Sicherheitsvorschriften für Seeschiffe", 1953.
10. B. Beckmann, Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen, 2. Auflage, Leipzig 1948.
11. Internationaler Beratender Ausschuß für den Funkdienst (Comité consultatif international des radiocommunications) (CCIR), VI. Vollversammlung, Genf 1951.
12. H. I. Behner, Schiffsfunk, Zum 40jährigen Bestehen der DEBEG, Telefunken-Zeitung, 24. Jahrg., Heft 90, S. 4, 1951.
13. W. Kronjäger, Betrieb und Technik des Seefunkdienstes, Der Fernmeldeingenieur, 6. Jahrg., Heft 2, 1952.
14. W. E. Steidle, Die Anforderungen an moderne Funkpeiler und die Wege zu ihrer Erfüllung, Telefunken-Zeitung, 25. Jahrg., Nr. 94, S. 12, 1952.
15. Telefunken-Seenotsender und Rettungsbootgerät, Telefunken-Zeitung, 25. Jahrg. Nr. 97, 1952.
16. K. Tetzner, Deutsche Schiffsfunkgeräte aller Typen, Funktechnik, 7. Jahrg., Nr. 15, S. 399, 1952.
17. E. Hüttmann, Die Funknavigationsverfahren für die Seefahrt, Nachrichtentechnik, 3. Jahrg., Heft 1, S. 17, 1953.
18. E. Hüttmann, Der Seefunk und die neuen kommerziellen Funkgeräte der volkseigenen Industrie, Nachrichtentechnik, 3. Jahrg., Heft 7, S. 290, 1953.
19. Nautischer Funkdienst, herausgegeben vom Seehydrographischen Dienst der DDR, 1953.

# Elektronenstrahlröhren

Bemerkungen: Zu Sp. 4, 8, 15 und 16: Klammerwerte gelten für Nachbeschleunigung; zu Sp. 21: Röhren für Nachbeschleunigung werden mit dem Zusatz „n" mit Nachleuchtschirm geliefert.

Abkürzungen: Zu Sp. 1: Bei den Elektronenstrahlröhren der RFT bedeuten die Typenbezeichnungen: OR = Oszillografenröhre, P = für Polarkoordinaten, 1 = Einstrahlröhre, 2 = Zweistrahlröhre. Die Zahlen hinter den Bruchstrichen geben den äußeren Schirmdurchmesser in mm an, die Spannung an $a_2$ in kV für die normalen Typen und dahinter (bei den Röhren für extreme Schreibgeschwindigkeit) die Nachbeschleunigungsspannung an $a_2$ in kV. Zu Sp. 5: de = doppelt elektrostatisch, s = symmetrisch, us = unsymmetrisch.

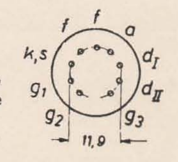
| Type | Hersteller | Leuchtschirmfarbe | Aussteuerbarer Schirmdurchmesser mm | Ablenkung | Heizspannung $U_f$ V | Heizstrom $I_f$ A | Anodenspannung $U_{a2}$ kV | Schirmgitterspannung $U_{g2}$ kV | Linsenspannung $U_{a1}$ V | Steuergitterspannung max. $U_{g1}$ V | Katodenstrom $I_k$ µA | Katodenwiderstand $R_k$ kΩ | Außenwiderstand für jede Platte gegen Anode $R_{m,z}$ ca. MΩ | Ablenkempfindlichkeit Meßplatten $AE_m$ ca. mm/V | Ablenkempfindlichkeit Zeitplatten (schirmnahe) $AE_z$ ca. mm/V | Kapazität der Ablenkplatten $C_{m1/m2}$ pF | Kapazität der Ablenkplatten $C_{z1/z2}$ pF | Gesamtlänge (einschließlich Sockel) mm | Gewicht g | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| OR 1/60/0,5 | | grün | 50 | de, s od. us | 4 | 0,85 | 0,5 | — | 120…400 | − 65 | 50 | 100 | 3 | 0,28 | 0,19 | 2 | 2,5 | 153 ± 3 | 125 | für Unterricht und Kontrolle |
| OR 1/100/2 | | grün | 80 | ,, | 4 | 0,9 | 2 | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,17 | 0,14 | 2,5 | 3,5 | 267 ± 5 | 230 | Universalröhre für Labor- und Meßoszillografen, ausgezeichnete Punktschärfe |
| OR 1/100/2/6 | VEB Funkwerk Erfurt HV-RFT | blau | 75 (50) | ,, | 4 | 0,9 | 2 (6) | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,17 (0,11) | 0,14 (0,09) | 2,5 | 3,5 | 267 ± 5 | 400 | für hohe Ansprüche und extreme Schreibgeschwindigkeit, Nachbeschleunigung möglich, für Projektion geeignet |
| OR 2/100/2 | | grün | 80 | ,, | 4 | 0,9 | 2 | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,25 | 0,20 | 2,5 | 3,5 | 334 ± 5 | 400 | Zweistrahlröhre |
| OR 2/100/2/6 | | blau | 75 (50) | ,, | 4 | 0,9 | 2 (6) | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,25 (0,15) | 0,20 (0,13) | 2,5 | 3,5 | 334 ± 5 | 550 | Zweistrahlröhre, sonst wie OR 1/100/2/6 |
| OR 2/160/2 | | grün | 140 | ,, | 4 | 0,9 | 2 | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,34 | 0,32 | 2,5 | 3,5 | 420 ± 5 | 725 | Zweistrahlröhre |
| OR 2/160/2/6 | | blau | 140(100) | ,, | 4 | 0,9 | 2 (6) | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,34 (0,21) | 0,32 (0,20) | 2,5 | 3,5 | 420 ± 5 | 825 | Zweistrahlröhre, sonst wie OR 2/160/2 bzw. OR 1/100/2/6 |
| OR P 1/100/2 | | grün | 80 | ,, | 4 | 0,9 | 2 | 0,4 | 425…675 | −110 | 80 | 250 | 3 | 0,17 | 0,14 | 2,5 | 3,5 | 267 ± 5 | 330 | für quantitative Ablesungen und fotografierte Aufnahme mit Meßoszillografen |
| 2068c | VEB Werk für Fernmeldewesen HV-RFT | blau | 120 | de | 6,3 | 0,5 | 2 | 2 | 250 | −120 | 30 | | | 0,36 | 0,38 | 2,5 | 3,5 | 381 | | bis 10 MHz geeignet, auch mit nachleuchtendem Schirm lieferbar |
| 2068a | | blau | 120 | ,, | 6,3 | 0,5 | 10 | 2 | 1200 | −150 | 30 | | | 0,085 | 0,085 | 2 | 3 | 381 | | bis 100 MHz geeignet |
| 2066 | | blau | 120 | ,, | 6,3 | 0,5 | 20 | 4 | 3600 | −500 | 30 | | | 0,055 | 0,055 | 1,8 | 2,5 | 486 | | bis 300 MHz geeignet |
| 2067 | | blau | 72 | ,, | 6,3 | 0,5 | 20 | 4 | 3300 | −500 | 10 | | | 0,03 | 0,03 | 1,8 | 2,5 | 360 | | bis 600 MHz geeignet, ältere Type |
| 2620 | | blau | 72 | ,, | 6,3 | 0,5 | 20 | 4 | 3300 | −500 | | | | 0,02 | 0,02 | 1,5 | 1,7 | 305 | | bis 1000 MHz geeignet, ältere Type |
| 2146 | | weiß | cm 18 × 24 | | 6,3 | 0,5 | 10 | 1 | 450 | −120 | | | | | | | | 390 | | Bildwiedergaberöhre |
| 2789 | | weiß | 22,5 | | 6,3 | 0,5 | 8 | — | — | − 80 | | | | | | | | 405 | | Bildwiedergaberöhre |




Maximale Kolbenabmessungen

# RÖHRENINFORMATION EBF 80

bearbeitet von Ing. Fritz Kunze




Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen

## Verwendung

Verbundröhre, die zwei Diodenstrecken mit hohem Innenwiderstand und eine Regelpentode enthält. Zur Empfangsgleichrichtung verwendet man die Diodenstrecke d II, da dann die Brummspannung am kleinsten ist; d I wird zweckmäßig zur Regelspannungserzeugung eingesetzt. Die Regelpentode kann als HF-, ZF- und NF-Verstärker arbeiten.

## Paralleltypen

Die amerikanische Bezeichnung für die EBF 80 ist 6 N 8.

## Aufbau

Miniaturröhre mit neun Stiften. Die Dioden sind gegen den Pentodenteil gut abgeschirmt; ein Käfig, in dem alle Systeme eingeschlossen sind, schützt gegen äußere Einflüsse. Die Abschirmung ist im Innern der Röhre mit der Katode verbunden; Gitter 3 ist an einen besonderen Sockelstift geführt.

## Hersteller

VEB Werk für Fernmeldewesen HV-RFT.

## Heizung

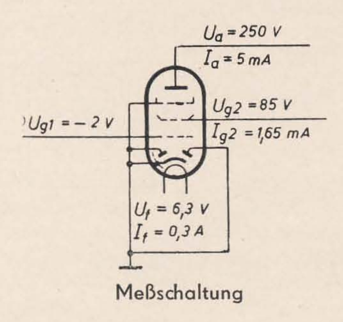
Indirekt durch Gleich- oder Wechselstrom geheizte Oxydkatode. Parallelheizung.

| | | |
|---|---|---|
| Heizspannung | $U_f$ | 6,3 V |
| Heizstrom | $I_f$ | 0,3 A |

## Betriebswerte

### Diodenstrecken

Siehe die Kennlinienfelder der hochohmigen Diodenstrecke d I der EABC 80

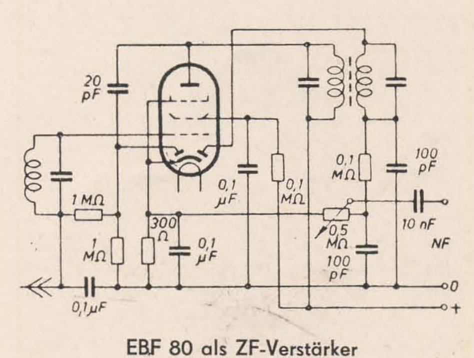



Meßschaltung

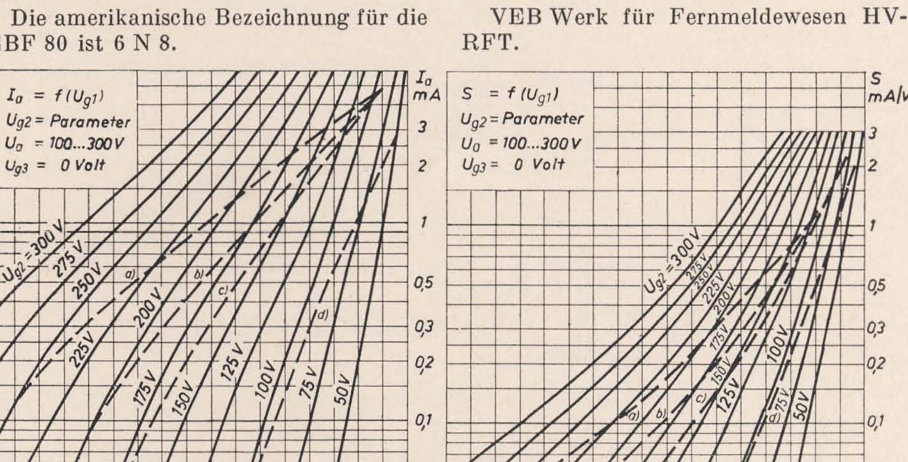
### Pentodensystem

a) **als HF- oder ZF-Verstärker mit gleitender Schirmgitterspannung**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Betriebsspannung | $U_b$ | 250 V | |
| Anodenspannung | $U_a$ | 250 V | |
| Bremsgitterspannung | $U_{g3}$ | 0 V | |
| Schirmgittervorwiderstand | $R_{g2}$ | 100 kΩ | |
| Katodenwiderstand | $R_k$ | 300 Ω | |
| Regelbereich | | 1 : 100 | |
| Gittervorspannung | $U_{g1}$ | —2 | —41,5 V |
| Schirmgitterspannung | $U_{g2}$ | 85 | 250 V |
| Anodenstrom | $I_a$ | 5 | mA |
| Schirmgitterstrom | $I_{g2}$ | 1,65 | mA |
| Steilheit | S | 2,2 | 0,022 mA/V |
| Schirmgitterdurchgriff | $D_{g2}$ | 5,5 | % |
| Verstärkungsfaktor zwischen Gitter 2 und Gitter 1 | $\mu_{g2/g1}$ | 18 | |
| Innenwiderstand | $R_i$ | 1,5 | >10 MΩ |
| Äquivalenter Rauschwiderstand | $r_ä$ | 6,8 | kΩ |

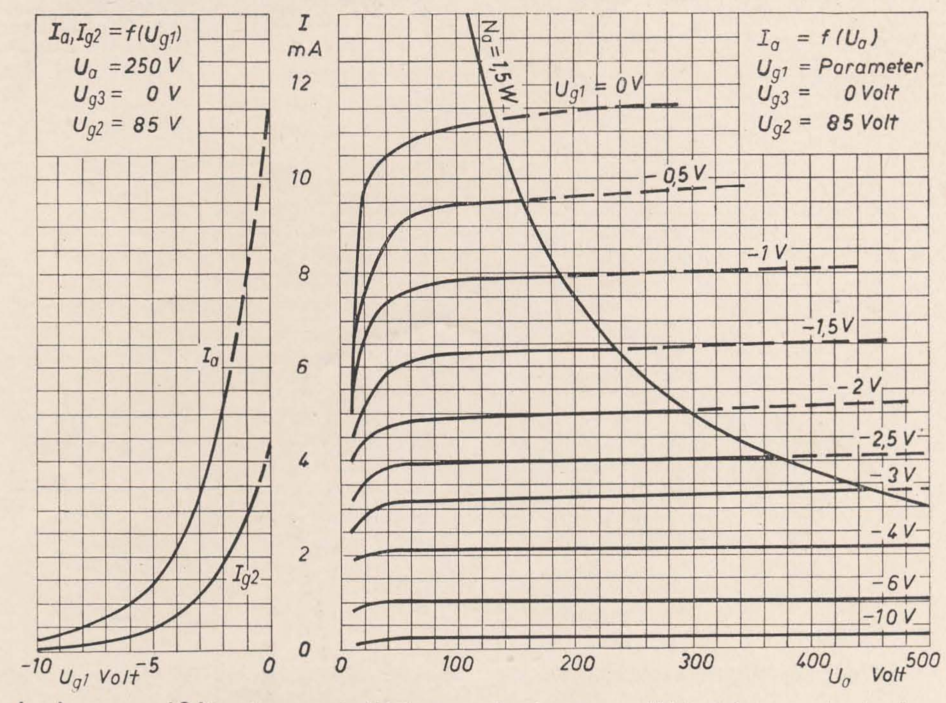



EBF 80 als ZF-Verstärker




Anodenstrom in Abhängigkeit von der Gittervorspannung

Steilheit in Abhängigkeit von der Gittervorspannung




Anodenstrom und Schirmgitterstrom in Abhängigkeit von der Gittervorspannung, $U_{g2}$ = 85 V

Anodenstrom in Abhängigkeit von der Anodenspannung, $U_{g2}$ = 85 V

**b) als NF-Verstärker mit RC-Kopplung**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $U_b$ | 250 | 250 | 250 | 250 | V |
| $R_a$ | 220[1]) | 100 | 220[1]) | 100 | kΩ |
| $R_{g2}$ | 800 | 400 | 1000 | 500 | kΩ |
| $R_{g1}$ | 1 | 1 | 10 | 10 | MΩ |
| $R_{g1}'$ [2]) | 0,7 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | MΩ |
| $R_k$ | 1,8 | 1 | 0 | 0 | kΩ |
| $I_a$ | 0,75 | 1,5 | 0,75 | 1,5 | mA |
| $I_{g2}$ | 0,3 | 0,53 | 0,25 | 0,5 | mA |
| Verstärkung | 110 | 80 | 160 | 110 | fach |
| bei $U_{a\sim eff}$ | | | | | |
| = 3 V ist k | 0,75 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | % |
| = 5 V ist k | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | % |
| = 8 V ist k | 2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | % |

Besondere Maßnahmen gegen Klingen sind nicht erforderlich, wenn bei einer Sprechleistung der Endröhre von 50 mW die Eingangswechselspannung bei der EBF 80 ≧ 25 mV ist.

**c) in Triodenschaltung als NF-Verstärker mit RC-Kopplung**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $U_b$ | 250 | 250 | 250 | 250 | V |
| $R_a$ | 100 | 50 | 100 | 50 | kΩ |
| $R_{g1}$ | 1 | 1 | 10 | 10 | MΩ |
| $R_{g1}'$ | 0,3 | 0,15 | 0,3 | 0,15 | MΩ |
| $R_k$ | 800 | 500 | 0 | 0 | Ω |
| $I_a$ | 2 | 4 | 2,15 | 4,5 | mA |
| Verstärkung | 14 | 13 | 15 | 15 | fach |
| Bei $U_{a\sim eff}$ | | | | | |
| = 3 V ist k | 1,6 | 1,3 | 2 | 1,7 | % |
| = 5 V ist k | 2,5 | 2 | 3,1 | 2,7 | % |
| = 8 V ist k | 4,3 | 2,9 | 4,8 | 4,1 | % |

## Grenzwerte

### Diodenstrecken, Werte je System

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anodenspannung in Sperrichtung (Scheitelwert) ..... | $\hat{u}_{d\,sperr\,max}$ | 350 | V |
| Diodenspannung (Scheitelwert) ...... | $\hat{u}_{d\,max}$ | 200 | V |
| Diodenstrom ...... | $I_{d\,max}$ | 0,8 | mA |
| Diodenspitzenstrom | $\hat{i}_{d\,max}$ | 5 | mA |
| Diodenstromeinsatzpunkt .......... ($I_d \leq 0{,}3\ \mu A$) | $U_{de}$ | −1,3 | V |

[1]) $R_a$ = 200 kΩ + ($R_{sieb}$ = 20 kΩ).
[2]) $R_{g1}'$ = Gitterableitwiderstand der folgenden Stufe.

### Pentodensystem

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anodenkaltspannung. | $U_{aL\,max}$ | 550 | V |
| Anodenspannung .... | $U_{a\,max}$ | 300 | V |
| Schirmgitterkaltspannung ....... | $U_{g2L\,max}$ | 550 | V |
| Schirmgitterspannung ungeregelt ........ | $U_{g2\,max}$ | 125 | V |
| heruntergeregelt .. | $U_{g2\,max}$ | 300 | V |
| Anodenbelastung .... | $N_{a\,max}$ | 1,5 | W |
| Schirmgitterbelastung | $N_{g2\,max}$ | 0,3 | W |
| Katodenstrom ....... | $I_{k\,max}$ | 10 | mA |
| Gitterableitwiderstand bei Vorspannung durch Katodenwiderstand ........ | $R_{g1\,(k)\,max}$ | 3 | MΩ |
| bei Vorspannung nur durch $R_{g1}$ .... | $R_{g1\,max}$ | 20 | MΩ |
| Spannung zwischen Faden und Katode . | $U_{f/k\,max}$ | 100 | V |
| Äußerer Widerstand zwischen Faden und Katode .......... | $R_{f/k\,max}$ | 20 | kΩ |
| Gitterstromeinsatzpunkt ($I_{g1} \leq 0{,}3\ \mu A$) | $U_{g1e}$ | −1,3 | V |

## Innere Röhrenkapazitäten

### Diodenstrecken

| | | |
|---|---|---|
| $c_{dI/k}$ | ca. 2,2 | pF |
| $c_{dII/k}$ | ca. 2,35 | pF |
| $c_{dI/f}$ | < 0,02 | pF |
| $c_{dII/f}$ | < 0,005 | pF |
| $c_{dI/dII}$ | < 0,35 | pF |

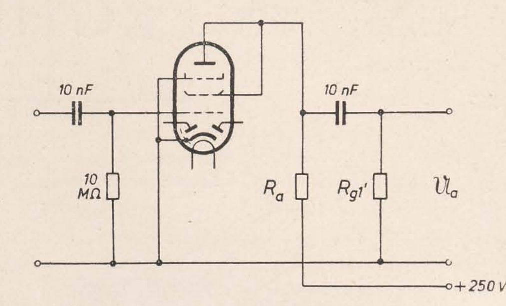
### Pentodensystem

| | | |
|---|---|---|
| $c_e$ | ca. 4,2 | pF |
| $c_a$ | ca. 4,9 | pF |
| $c_{g1/a}$ | < 0,0025 | pF |
| $c_{g1/f}$ | < 0,07 | pF |

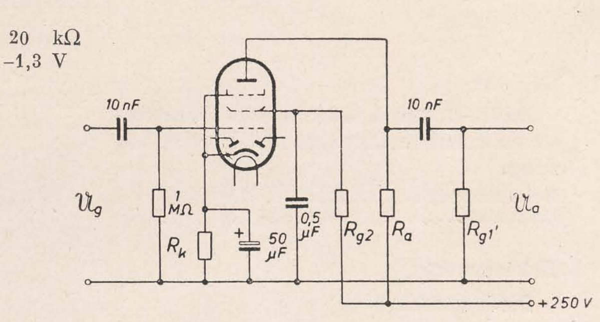
### Kapazität der Systeme gegeneinander

| | | |
|---|---|---|
| $c_{dI/g1P}$ | < 0,0008 | pF |
| $c_{dII/g1P}$ | < 0,001 | pF |
| $c_{dI/aP}$ | < 0,2 | pF |
| $c_{dII/aP}$ | < 0,05 | pF |

NF-Verstärker mit RC-Kopplung

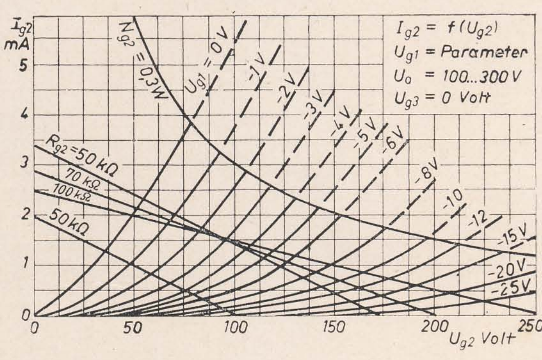


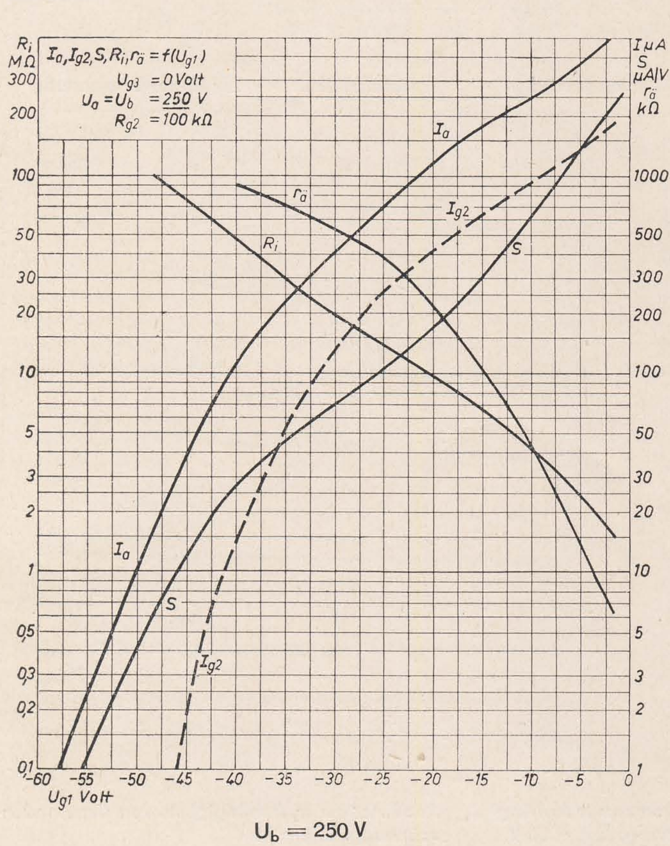

a) als Triode, ohne Katodenwiderstand




b) als Pentode, mit Katodenwiderstand

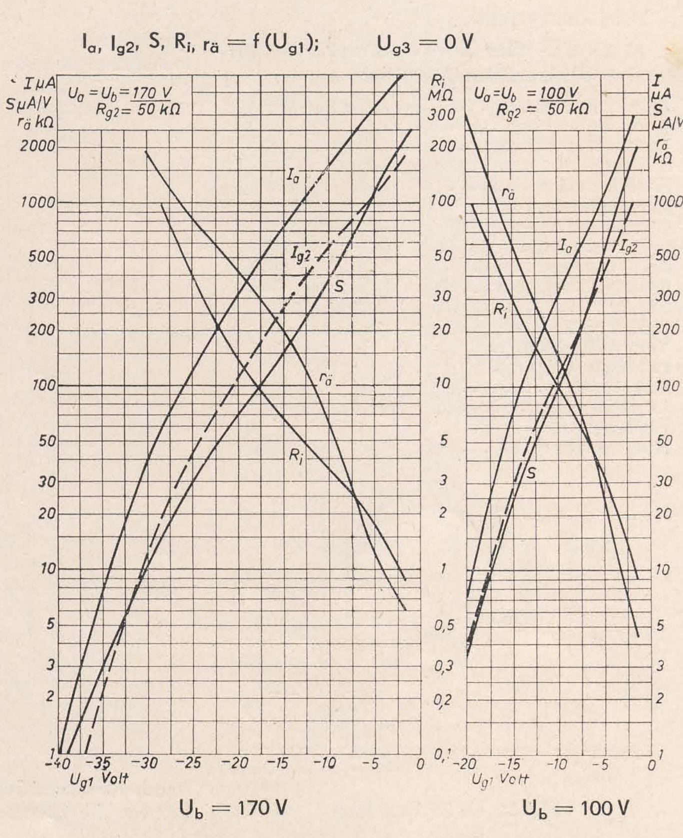
Schirmgitterstrom in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung →




$U_b$ = 250 V

$I_a$, $I_{g2}$, S, $R_i$, $r_ä$ = f ($U_{g1}$); $U_{g3}$ = 0 V




$U_b$ = 170 V

$U_b$ = 100 V

14. Fortsetzung

# Die Schaltungstechnik

Von Dipl.-Ing. A. RASCHKOWITSCH

Es sei hier noch erwähnt, daß die heute kaum noch verwendeten Hochfrequenzmaschinensender nach diesem Prinzip der Frequenzerhöhung arbeiten.

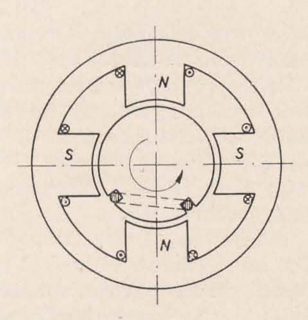



Bild 194: Drehbare Spule im vierpoligen Stator (schematisch)

Auf der Achse des Rotors befinden sich sogenannte Schleifringe, die mit den Rotorspulen verbunden sind. Über schleifende Kohlebürsten wird die Spannung abgenommen. Dafür ist, wie Bild 195 erkennen läßt, für jede Wicklung ein Schleifringpaar erforderlich. Bei der Dreiphasenwicklung sind also sechs Schleifringe notwendig. Zweckmäßiger ist es jedoch, die einzelnen Phasen zu verketten, so daß drei Schleifringe ausreichen.

Zur Gewinnung von Gleichspannung muß die erzeugte Wechselspannung gleichgerichtet werden. Dies kann prinzipiell mit Hilfe der bereits besprochenen Netzgleichrichter erfolgen. In der Natur der Sache liegt es jedoch, einen mechanischen Gleichrichter zu verwenden, der Gleichspannung bzw. Gleichstrom unmittelbar an die Bürsten liefert. Einen solchen Gleichrichter stellt der sogenannte Kommutator (Stromwender) oder Kollektor (Stromsammler) dar, der an Stelle der Schleifringe auf der Rotorachse angebracht ist.

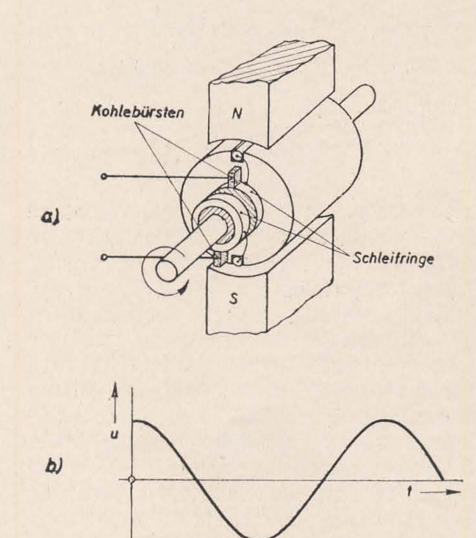



Bild 195: Wechselspannungsgenerator
a) die Wechselspannung wird an den Schleifringen abgenommen
b) der zeitliche Verlauf der induzierten Wechselspannung

Das Magnetfeld des Stators wird in der Regel elektrisch erzeugt. Beim Gleichstromgenerator kann ein Teil des den Bürsten abgenommenen Gleichstromes den Statorwicklungen zum Magnetisieren der Pole zugeführt werden. Dabei müssen die einzelnen Statorwicklungen in dem Wicklungssinn angebracht sein, daß ein Nord- bzw. ein Südpol entsteht. In den Bildern 190 bis 194 ist die jeweils notwendige Stromflußrichtung angedeutet, wobei der Kreis mit Punkt einen auf den Betrachtenden zufließenden und der Kreis mit Kreuz einen vom Betrachtenden wegfließenden Strom andeutet (vgl. auch DEUTSCHE FUNK-TECHNIK, H. 2/52, S. 60).

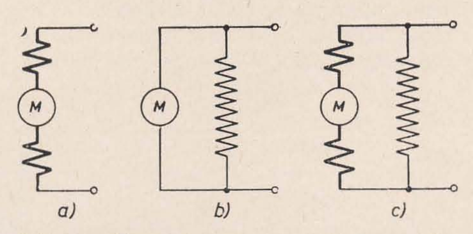



Bild 196: Grundschaltungen zur Erzeugung des Statorfeldes
a) Hauptschluß-, b) Nebenschluß-, c) Doppelschlußmaschine

Je nach der Lage der Feldspulen zur Rotorwicklung unterscheidet man Hauptschluß-, Nebenschluß- und Doppelschluß- oder Verbund-(Compound)-maschinen. Die letzteren stellen eine Kombination von Haupt- und Nebenschluß dar. In den Bildern 196a, b und c sind die einzelnen Schaltungsarten angegeben. Die Feldwicklungen der Hauptschlußmaschine werden vom gesamten Maschinenstrom durchflossen und bestehen daher aus wenigen Windungen dicken Drahtes (Stromspulen). Die Feldwicklungen der Nebenschlußmaschine liegen an der gesamten Maschinenspannung und bestehen aus vielen Windungen dünnen Drahtes (Spannungsspulen).

Ein wesentlicher Unterschied der einzelnen Maschinentypen liegt in ihrer Belastungsabhängigkeit. Während die Hauptschlußmaschine eine mit steigender Belastung rasch absinkende Drehzahl aufweist, ändert die Nebenschlußmaschine ihre Drehzahl nur unwesentlich.

**Der Kommutator (Mechanischer Gleichrichter)**

Der Kommutator ist im Prinzip ein Umschalter, der in einem bestimmten Augenblick, und zwar beim Nulldurchgang der induzierten Spannung, die induzierende Rotorspule umpolt, so daß der Strom nur in einer Richtung fließen kann (Gleichrichtung).

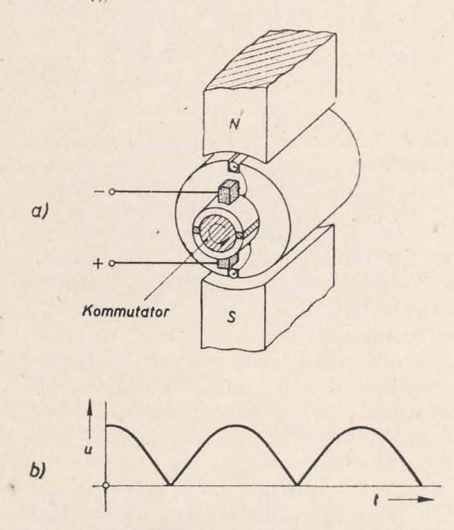



Bild 197: Der mechanische Gleichrichter
a) der Kommutator einer Gleichstrommaschine
b) die Kurvenform der gewonnenen Gleichspannung

Wie im Bild 197 dargestellt, besteht der Kommutator aus einem an zwei gegenüberliegenden Stellen unterbrochenen Schleifring. Die Unterbrechungsstelle ist mit einer schleiffesten Isoliermasse ausgefüllt, so daß sich beim Drehen des Rotors keine mechanischen Schwierigkeiten ergeben. Die Bürsten sind räumlich so angeordnet, daß die Windung beim Durchgang durch die sogenannte neutrale Zone zwischen den Polen (die Stellungen 1 und 3 im Bild 190) durch den Kommutator umgeschaltet wird. Die Stromabnahme durch die Bürsten erfolgt, wenn der in der Ankerwicklung fließende Wechselstrom seine Richtung ändert. Dem Verbraucher fließt statt einer negativen Halbwelle wieder eine positive Halbwelle zu. Die Bürsten sind daher eindeutig gepolt.

Der dem Kommutator entnommene Gleichstrom hat die gleiche Form wie der von einem Doppelweggleichrichter gelieferte. Wie aus Bild 193 zu ersehen ist,

weisen mehrphasige Anordnungen bei der Gleichrichtung eine viel kleinere Welligkeit auf, wodurch sowohl die Induktivitäten als auch die Kapazitäten der Siebglieder klein gehalten werden können. Andererseits besitzt die Mehrphasenanordnung einen viel besseren Wirkungsgrad, so daß sie bei den meisten Gleichstrommaschinen bevorzugt wird. Dies erfordert eine feinere Unterteilung des Kommutators in eine größere Lamellenzahl, von denen jeweils zwei gegenüberliegende zueinander gehören.

### Der Einankerumformer

Jeder Generator kann prinzipiell auch als Motor betrieben werden. Beim Gleichstrommotor wird der Maschine über die Bürsten und den Kommutator Strom zugeführt und der Rotor nach dem Motorprinzip in Drehung versetzt. Dabei spielt sich genau das Umgekehrte wie beim Generatorbetrieb ab. Die zu-

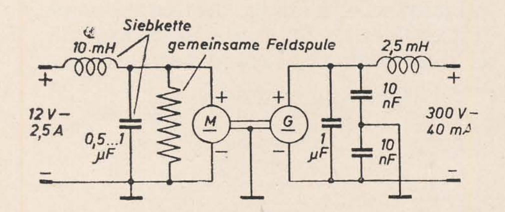



Bild 198: Schaltung eines Einankerumformers mit Siebgliedern

geführte Gleichspannung wird durch den Kommutator in eine Wechselspannung umgeformt, die einen Wechselstrom in den Rotorspulen zur Folge hat, der wiederum ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Die Überlagerung des Rotorwechselfeldes mit dem Statorgleichfeld verursacht die Drehbewegung des Rotors, an dessen Achse nun mechanische Arbeit abgenommen werden kann.

Benutzt man einen solchen Motor zum Antrieb eines Generators, so können niedrige Gleichspannungen, wie sie zum Beispiel bei Fahrzeugbatterien vorhanden sind, zur Stromversorgung von Funkanlagen verwendet werden.

Von besonderem Interesse ist die Konstruktion des sogenannten Einankerumformers (Schaltung Bild 198), der auf ein- und derselben Rotorachse (Anker) sowohl die Motor- als auch die Generatorwicklung trägt. Er besitzt somit zwei Kommutatoren. Die Motorseite wird meist als Niederspannungsseite bezeichnet, da der Motor für eine niedrige Gleichspannung von 6 V, 12 V oder 24 V ausgelegt ist. Die Generatorseite ist die Hochspannungsseite und gibt die notwendige Anodengleichspannung von 300 bis 1000 V ab. Beim Umformerbetrieb erfolgt die Heizung der Elektronenröhren der Funkanlage meist direkt aus der Batterie.

Das gemeinsame Statorfeld wird von einer an der Niedervoltseite angeschlossenen Nebenschlußwicklung erzeugt. Sowohl die Hoch- als auch die Niederspannungsseite müssen hochfrequenzmäßig sorgfältig gesiebt, das heißt entstört werden. Man beachte insbesondere die kapazitive, symmetrisch ausgeführte Abblockung der Hochspannungsseite.

Die Siebglieder werden in der Regel mit dem rotierenden Umformer zu einer Einheit zusammengebaut und in einem Kasten untergebracht, der gleichzeitig als Unterbau der Maschine dient. Nieder- und Hochspannungszuführungen sind an einer gemeinsamen Klemmleiste herausgeführt.

Durch die rotierenden Teile besteht eine größere Störanfälligkeit. Es empfiehlt sich daher, den Umformer regelmäßig zu überprüfen. Bei feuernden Bürsten ist der Bürstendruck zu erhöhen oder der Kommutator zu reinigen. Am zweckmäßigsten ist es, den Kommutator abzudrehen.

Ein Abschmirgeln ist nicht ratsam, da die Lamellenisolation beschädigt werden kann und dadurch die Kommutierung nicht mehr einwandfrei erfolgt. Um die mechanischen Schwingungen des rotierenden Umformers herabzusetzen, muß er mechanisch gut isoliert sein, was mit Gummipufferung erzielt wird.

Außerdem soll der Umformer nicht in unmittelbarer Nähe einer Funkanlage aufgestellt werden, damit die durch Kommutierung entstehenden HF-Störungen nicht unmittelbar auf die Antenne einwirken. Die Zuleitungen sind gut abzuschirmen.

Da die Einankerumformer einen verhältnismäßig geringen Wirkungsgrad von etwa 30 bis 40% besitzen und sich durch die rotierenden Teile verschiedene Nachteile ergeben, werden sie häufig von den Wechselrichtern verdrängt.

### Der Wechselrichter (Zerhacker)

Wie der Name bereits andeutet, dienen Wechselrichter zur Umformung von Gleichspannungen, meist niederer Batteriespannungen, in beliebig hohe Wechselspannungen. Ihre Wirkungsweise beruht auf dem Prinzip des Selbstunterbrechers, ähnlich dem einer elektrischen Klingel.

Bild 199 läßt erkennen, daß beim Fließen des Stromes über den Zerhackerkontakt z das Relais Z (sogenannte Treibspule) anzieht und den Kontakt öffnet. Infolge dieser Stromunterbrechung fällt das Zerhackerrelais ab, wobei der Kontakt z wieder schließt. Der erneut einsetzende Stromfluß erregt das Relais wieder, der Kontakt z wird geöffnet usw.

Bild 199: Der Selbstunterbrecher als Wechselrichter

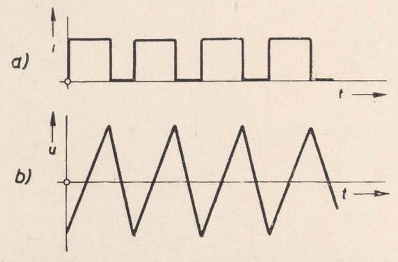



Bild 200: Das Prinzip der Wechselrichtung
a) zerhackter Gleichstrom des Primärkreises
b) die im Sekundärkreis induzierte Wechselspannung

Dieser sich wiederholende Vorgang der Selbstunterbrechung „zerhackt" den fließenden Gleichstrom, so daß ein pulsierender Gleichstrom entsteht, der im wesentlichen die im Bild 200a dargestellte Form aufweist. Die Frequenz dieses Stromes hängt von der Vibrationsfrequenz der Selbstunterbrechung ab.

Der pulsierende Gleichstrom durchfließt die im Gleichstromkreis liegende Primärwicklung des Transformators T, wodurch in der Sekundärwicklung eine Wechselspannung induziert wird. Bei geeigneter Wahl des Übersetzungsverhältnisses kann jede beliebige Wechselspannung erzielt werden, deren zeitlicher Verlauf stark von der Sinusform abweicht (Bild 200b), was eine große Anzahl Oberwellen zur Folge hat.

Die Gleichrichtung der so gewonnenen Wechselspannung kann mit Hilfe der bereits besprochenen Gleichrichteranordnungen erfolgen (Bild 201), wobei die gleichgerichtete Spannung wesentlich höher als die ursprüngliche Batteriespannung und für den Betrieb von Funkanlagen geeignet ist.

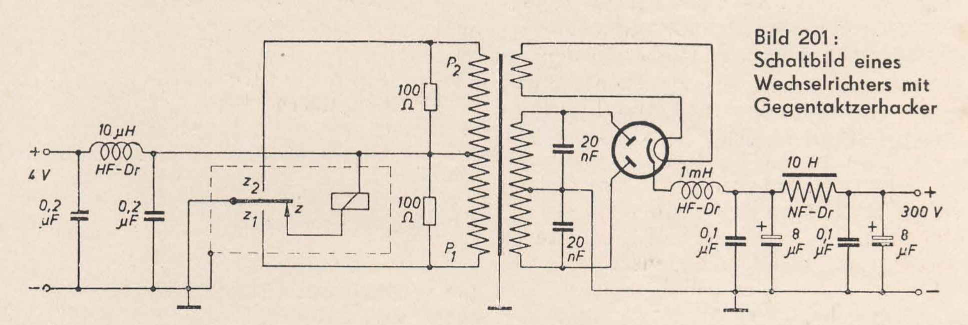



Bild 201: Schaltbild eines Wechselrichters mit Gegentaktzerhacker

Zur Verbesserung der Kurvenform der gewonnenen Wechselspannung wird ein Gegentaktzerhacker verwendet (Bild 201), für den eine Primärwicklung mit Mittelanzapfung erforderlich ist. Die Zerhackerkontakte $z_1$ und $z_2$ schließen im Takte der Selbstunterbrechungen jeweils eine Wicklungshälfte an die Batterie an. Liegt die Zerhackerzunge an $z_1$, fließt der Strom über die untere Wicklungshälfte $P_1$. Das Zerhackerrelais Z wird erregt und legt die Kontaktzunge auf $z_2$ um, dadurch fließt ein Stromstoß in der oberen Wicklungshälfte $P_2$. Infolge des unterbrochenen Stromflusses durch das Zerhackerrelais Z fällt die Zerhackerzunge auf den Kontakt

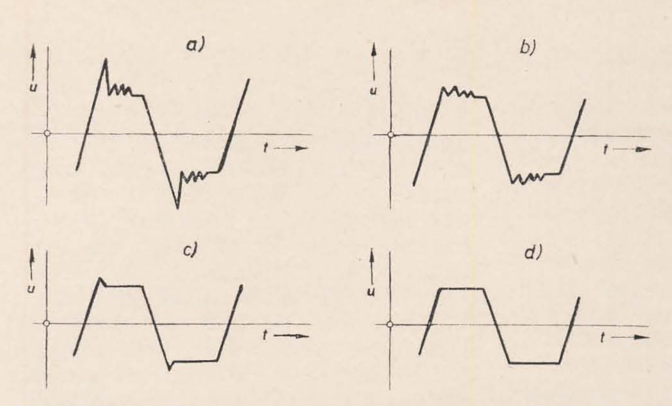



Bild 202: Spannungsverlauf eines Wechselrichters mit Gegentaktzerhacker
a) Leerlauf ohne Pufferkondensator
b) volle Belastung ohne Pufferkondensator
c) Leerlauf mit geringer Pufferkapazität
d) volle Belastung mit richtiger Pufferkapazität

$z_1$ zurück, und der Vorgang wiederholt sich. Durch das Vibrieren der Zerhackerzunge entstehen HF-Störungen, die mit Hilfe einer HF-Siebkette, bestehend aus einer Drossel und zwei Kondensatoren, unterdrückt werden. Die beiden parallel zu den Kontakten geschalteten niederohmigen Widerstände dienen zur Funkenlöschung und erhöhen die Lebensdauer der Kontakte. Je nach der Zerhackerbetriebsspannung betragen ihre Widerstandswerte 100 bis 500 Ω, 0,5 bis 2 W. Das Hinzuschalten geeigneter Kondensatoren ist zweckmäßig, weil dadurch die Löschung der Abreißfunken an den Kontakten noch wirksamer erfolgt.

Für die richtige Wirkungsweise jeder Zerhackertype sind die Parallelkondensatoren zur Sekundärwicklung von großer Bedeutung, da sie die auftretenden hohen Spannungsspitzen — sie gefährden die Wicklungsisolation des Transformators und die anschließenden Siebkondensatoren — beschneiden und als Pufferung dienen. Die Form der gewonnenen Wechselspannung hängt stark von der Belastung und von der Größe der Pufferkondensatoren ab. Bild 202 zeigt die Ausgangskurven bei verschiedenen Belastungen und Pufferkapazitäten. Eine genügend hohe Belastung dämpft die hohen Spannungsspitzen (Bild 202b), während die Pufferkondensatoren die überlagerten HF-Störschwingungen beseitigen.

Die bei Netzgleichrichtern übliche Siebkette ist im Zerhackerbetrieb um einige HF-Siebmittel erweitert. Um die störende HF-Spannung einwandfrei abzuleiten, müssen die HF-Siebkondensatoren (je 0,1 μF) induktionsfrei sein.

Durch die Anwendung geeigneter Wechselrichterschaltungen besteht die Möglichkeit, die gleichgerichtete Ausgangsspannung eines Doppelweggleichrichters direkt vom Zerhacker abzunehmen und somit die Gleichrichterröhre einzusparen. Das Schaltbild eines solchen Wechselrichters mit Wiedergleichrichtung zeigt Bild 203. Mit Hilfe der zusätzlichen Kontakte $y_1$ und $y_2$ wird gleichzeitig mit den induzierten Spannungsimpulsen jeweils dasjenige Ende der Sekundärwicklung an Masse gelegt (geerdet), das in diesem Augenblick gerade negativ ist. Dadurch entsteht zwischen der Mittelanzapfung und Masse eine hochtransformierte und wieder gleichgerichtete pulsierende Gleichspannung, die noch in üblicher Weise gesiebt werden muß.

Jeder Wechselrichter muß hoch- und niederfrequenzmäßig gut gesiebt sein, bzw. es müssen alle abgehenden Verbindungen verdrosselt werden. Eine weitere wirksame Maßnahme gegen die HF-Störungen des Wechselrichters ist eine gute Abschirmung und eindeutige Erdung.

Wegen ihrer begrenzten Lebensdauer führt man die Zerhacker üblicherweise mit einem Sockel versehen als zylindrische Einheit aus, die in einem Wechselrichtersatz leicht ausgewechselt werden kann. Bild 204 zeigt die konstruktive Ausführung einer Zerhackerpatrone, während im Bild 205 die Sockelschaltungen eines einfachen und eines Zerhackers mit Wiedergleichrichtung dargestellt sind.

Die Leistung eines Wechselrichters ist im wesentlichen durch die Belastbarkeit der Zerhackerkontakte begrenzt. Der maximale Kontaktstrom beträgt 3 bis 4 A. Niedervoltzerhackerpatronen werden für Gleichspannungen von 2 V, 4 V, 6 V, 12 V und 24 V gebaut. Man produziert auch Zerhacker zum Betrieb an 110/220-V-Gleichstromnetzen. Allerdings ist hier wegen der hohen Betriebsspannungen die Schwierigkeit der Beseitigung der Kontaktfunken besonders groß. Je nach der Betriebsspannung ergeben sich bei Niedervoltzerhackern Leistungen von 5 bis 50 W. Infolge dieser verhältnismäßig geringen Leistungen ist der Wechselrichter mit Zerhacker vornehmlich zur Speisung von Empfängern geeignet, während er bei Sendern nur für kleine Senderleistungen ausreicht.

Bild 204: Konstruktive Ausführung einer modernen Niedervoltzerhackerpatrone →

Bild 203: Schaltbild eines Wechselrichters mit Wiedergleichrichtung

Zum Abschluß der Ausführungen über Wechselrichter sei darauf hingewiesen, daß der Transformator etwas anders als der übliche Netztransformator zu bemessen ist. Man rechnet zur Vermeidung starker Spannungsspitzen mit einer viel niedrigeren Induktion von etwa maximal 5500 Gauß, statt mit 10000 Gauß wie beim gewöhnlichen Netztransformator.

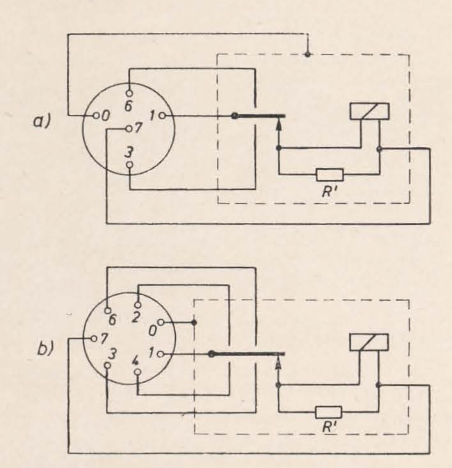



Bild 205: Zerhackersockelschaltungen
a) einfacher Gegentaktzerhacker (32/1 NT 6–S)
b) Gegentaktzerhacker mit Wiedergleichrichtung (32/2 NT 2–24)
R' = im Sockel eingebauter Funkenlöschwiderstand 10 bis 1000 Ω

Da die induzierte Wechselspannung erheblich von der Sinusform abweicht, ist bei der Berechnung der sekundären Windungszahl erfahrungsgemäß ein Zuschlag von 18% für diejenige Windungszahl zu berücksichtigen, die sich unter Zugrundelegung einer sinusförmigen Spannung ergibt. Bei der Wahl des Eisenquerschnittes ist darauf zu achten, daß die Zerhackerfrequenz von der mechanischen Vibrationsfrequenz der Zunge abhängt und etwa 100 Hz beträgt. Sie ist innerhalb weiter Grenzen der Zerhackerbetriebsspannung (40% bis 160% der Nennspannung) und der Raumtemperatur (— 80° C bis 140° C) nahezu konstant.

Wegen der doppelten Frequenz ergeben sich für den Zerhackertransformator trotz der geringeren Induktion die gleichen Abmessungen wie für einen entsprechenden Netztransformator. Aus diesem Grunde kann man Wechselrichter bauen, die mit entsprechender Anzapfung der Primärwicklung sowohl für Zerhacker- als auch für Netzbetrieb geeignet sind.

**Zu beachten!**

Bei Reparaturen von Wechselrichtern empfiehlt es sich aus den bereits erwähnten Gründen, von einem eigenmächtigen Ändern des Transformators, der Pufferkondensatoren, der Sieb- und Funkenlöschglieder abzusehen, da diese Schaltelemente zur Erzielung einer idealen Ausgangskurve in der Regel aufeinander abgestimmt sind.

**Allgemeines**

Bei der Besprechung der Gitterröhren (Triode, Tetrode, Pentode) haben wir bereits erfahren, daß Elektronenröhren zur Verstärkung schwacher Signale verwendet werden. Sowohl im Sender als auch im Empfänger ist der Verstärker ein unentbehrlicher Teil der Schaltung. Je nach seinem Einsatz in einer Sender- bzw. Empfängerstufe unterscheidet man Spannungs- und Leistungsverstärker. Über die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten eines Verstärkers in der Funktechnik wollen wir uns in den folgenden Beispielen informieren.

Um die Reichweite eines Senders zu erhöhen, wird zum Beispiel die vom Oszillator erzeugte HF-Energie in einer oder mehreren HF-Leistungsverstärkerstufen auf die notwendige HF-Leistung verstärkt. Die Mikrofonspannung ist meist zum Aussteuern einer Modulatorstufe zu gering, so daß eine oder mehrere NF-Spannungsverstärkerstufen eingesetzt werden müssen, um sie auf den für die Aussteuerung erforderlichen Wert zu verstärken.

HF-Spannungsverstärker werden beim Empfang zur Verstärkung der ankommenden schwachen Signale verwendet, um eine wirkungsvolle und verzerrungsfreie Demodulation (HF-Gleichrichtung) zu ermöglichen. NF-Spannungsverstärker dienen zur Verstärkung des NF-Signals, wodurch eine größere Lautstärke für Fernhörerempfang gewährleistet wird. Bei Lautsprecherbetrieb findet eine NF-Leistungsverstärkung statt, der NF-Endverstärker ist also ein Leistungsverstärker.

Spannungsverstärker oder Vorverstärker sind Verstärkerschaltungen, die am Anodenwiderstand (Arbeitswiderstand) eine hohe Spannung des verstärkten Signals erzeugen. Um die größtmögliche Verstärkung am Anodenbelastungswiderstand zu erhalten, ist dieser so groß wie praktisch möglich, das heißt mit Rücksicht auf die verschiedenen Nebenbedingungen, wie Verzerrungsfreiheit usw., zu wählen.

Leistungsverstärker oder Endverstärker liefern eine möglichst große Leistung des verstärkten Signals an den Anodenbelastungswiderstand. Beim Leistungsverstärker genügt also nicht nur das Vorhandensein einer hohen Ausgangsspannung am Belastungswiderstand. Es muß vielmehr auch ein entsprechender Strom fließen, da die Leistung bekanntlich gleich dem Produkt aus Strom und Spannung ist.

Die Größe des Anodenbelastungswiderstandes läßt im allgemeinen die Verstärkerart erkennen. Wird ein hoher Anodenbelastungswiderstand benutzt (kleiner Anodenstrom), so handelt es sich um einen Spannungsverstärker; ist er dagegen gering (großer Anodenstrom), entspricht die Schaltung einem Leistungsverstärker.

Obwohl grundsätzlich jede Elektronenröhre sowohl als Spannungs- als auch als Leistungsverstärker verwendet werden kann, hat man Röhren entwickelt, die sich besonders für den Spannungs- bzw. Leistungsverstärker eignen. So unterscheidet man Spannungsverstärker- oder Vorröhren und Leistungsverstärker- oder Endröhren.

Je nach der Frequenz der zu verstärkenden Signale bezeichnen wir Hochfrequenz-, Zwischenfrequenz- und Niederfrequenz- oder Tonfrequenzverstärker. Sie arbeiten zwar alle nach dem gleichen Prinzip, erfordern jedoch unterschiedliche schaltungstechnische Maßnahmen, so daß diese Einteilung zweckmäßig erscheint. Auch der Frequenzumfang der zu verstärkenden Signale spielt schaltungstechnisch eine große Rolle. Man unterscheidet selektive Verstärker, die ein relativ schmales Frequenzband verstärken (zum Beispiel HF- und ZF-Verstärker) und sogenannte Breitbandverstärker (z. B. aperiodische HF-Verstärker und Tonfrequenzverstärker), die relativ breite Frequenzbänder gleichmäßig verstärken.

Je nach der verwendeten Röhrenart spricht man vom Trioden-, Tetroden- oder Pentodenverstärker. Moderne Verstärkerschaltungen bevorzugen steile Pentoden wegen ihrer großen Verstärkung bei kleinen Gitterwechselspannungen und gutem Wirkungsgrad. Der Triodenverstärker ist in bezug auf Verzerrungen vorteilhafter und findet meist in hochwertigen Musikwidergabegeräten in Gegentaktschaltungen Verwendung.

Neben diesen Gesichtspunkten ist für die Arbeitsweise eines Verstärkers die Lage des Arbeitspunktes auf der Kennlinie von besonderer Bedeutung.

Entsprechend der für den Verstärker verwendeten Gittervorspannung unterscheidet man im wesentlichen Verstärker in A-, B- und C-Betrieb. Bevor wir jedoch die einzelnen Betriebsarten besprechen, sei der Begriff der Verstärkung erläutert.

**Die Verstärkung**

Unter Verstärkung versteht man das meist leistungslose Steuern einer vorhandenen Gleichstromenergie im Takte des zu verstärkenden Signals.

Bild 206: Vereinfachte Darstellung der Aussteuerung einer Triode

Zur rechnerischen Erfassung der Stufenverstärkung einer Röhre gehen wir am zweckmäßigsten von den idealisierten Kennlinien einer Triode aus.

Sieht man von der Krümmung im unteren Kennlinienteil ab (vgl. Bild 99 DEUTSCHE FUNK-TECHNIK, Nr. 3/1953, S. 92), so können die $I_a$-$U_g$-Kennlinie und die $I_a$-$U_a$-Kennlinie als geknickte Geraden dargestellt werden. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist im Bild 206 nur je eine Kennlinie gezeichnet.

Steuert man die $I_a$-$U_g$-Kennlinie im Arbeitspunkt A mit einer sinusförmigen Steuerspannung $\mathfrak{U}_{st}$ symmetrisch aus, so erzeugt der fließende Anodenwechselstrom $\mathfrak{J}_a$ am Anodenwiderstand $R_a$ die Anodenwechselspannung $\mathfrak{U}_a$. Sie ist in bezug auf den Anodenwechselstrom $\mathfrak{J}_a$ gegenphasig, das heißt um 180° phasenverschoben. $\mathfrak{J}_a$ und $\mathfrak{U}_{st}$ sind dagegen in Phase, die Phasenverschiebung ist Null.

Die Größe des Anodenwechselstromes $\mathfrak{J}_a$ hängt offensichtlich auch von der Neigung der $I_a$-$U_g$-Kennlinie ab. Da jedoch $\operatorname{tg} \alpha = S$ (Steilheit) ist, gilt:

$$\mathfrak{J}_a = S\,\mathfrak{U}_{st}. \qquad (42)$$

Die wirksame Steuerspannung $\mathfrak{U}_{st}$ kann mit Hilfe der Ersatzschaltung der Elektronenröhre ermittelt werden. Wird im Bild 85 (DEUTSCHE FUNK-TECHNIK, Nr. 2/1953, S. 61) dem Röhreneingang, das heißt zwischen Katode und Steuergitter eine Gitterwechselspannung (Signalspannung) $\mathfrak{U}_g$ aufgedrückt, so wirkt offensichtlich die verstärkte Anodenwechselspannung $\mathfrak{U}_a$ über die Gitter-Anoden-Kapazität $C_{g/a}$ auf das Steuergitter zurück. Diese Anodenrückwirkung hängt von dem Teilerverhältnis des kapazitiven Spannungsteilers ab, der aus der Reihenschaltung der Gitter-Anoden-Kapazität $C_{g/a}$ und der Gitter-Katoden-Kapazität $C_{g/k}$ besteht. Diese Reihenschaltung von $C_{g/a}$ und $C_{g/k}$ ist jedoch gleich $\frac{1}{C_{a/k}}$, so daß für die Anodenrückwirkung $\mathfrak{U}_{ar}$ gilt:

$$\mathfrak{U}_{ar} = \frac{\frac{1}{\omega\, C_{g/k}}}{\frac{1}{\omega\, C_{g/k}} + \frac{1}{\omega\, C_{g/a}}}\,\mathfrak{U}_a = \frac{C_{a/k}}{C_{g/k}}\,\mathfrak{U}_a. \qquad (43)$$

Die Steuerspannung $\mathfrak{U}_{st}$ setzt sich nun wie folgt zusammen:

$$\mathfrak{U}_{st} = \mathfrak{U}_g + \frac{C_{a/k}}{C_{g/k}}\,\mathfrak{U}_a. \qquad (44)$$

Das Kapazitätsverhältnis in der obigen Gleichung ist jedoch definitionsgemäß der Durchgriff D der Röhre (vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK, Nr. 2/1953, S. 59). Für Gleichung (44) kann also geschrieben werden:

$$\mathfrak{U}_{st} = \mathfrak{U}_g + D\,\mathfrak{U}_a. \qquad (44\,a)$$

Wird fortgesetzt

# Erfahrungsaustausch

**Röhrenprüfung**

Wie prüfe ich die in den neuen RFT-Geräten befindlichen Miniaturröhren der 190er-Serie und die 80er-Serie?

Die meisten Werkstätten besitzen die vielfach bewährten Funke-Röhrenprüfgeräte, Nachfolger VEB Röhrenprüfgerätebau Weida, Weida/Thür.

Früher wurden diese Werkstätten von der Firma Funke, Weida, immer rechtzeitig von dem Erscheinen neuer Röhren benachrichtigt bzw. mit Fassungen, Anleitungen und Prüfkarten versorgt.

Die Miniatur- und Novalfassungen dürften in jeder fortschrittlichen Werkstatt bereits im Prüfgerät eingebaut sein, aber wo bleiben die Prüfkarten und die Fassungen für die 190er- und 80er-Serie?

Nach dreimaligem Briefwechsel ist es mir noch immer nicht gelungen, meine Prüfgeräte auf den neuesten Stand zu bringen, obwohl meine erste Anfrage bereits im Dezember 1952 erfolgte. Im letzten Antwortschreiben wurde mir unter anderem mitgeteilt, daß die langen Verzögerungen durch das Fehlen von Unterlagen bzw. von Musterröhren entstanden.

Ich stehe auf dem Standpunkt, daß doch gerade der Röhrenprüfgerätebau Weida die benötigten Informationen von den Röhrenwerken einholen müßte. Denn durch rechtzeitigen Umbau bzw. Bearbeitung der Umbauvorschriften sind doch wieder die vielen Reparaturwerkstätten in der Lage, nicht nur einwandfreie Röhrenprüfungen durchzuführen, sondern auch die Besitzer der neuen Geräte bei vorkommenden Reparaturen schnellstens wieder zufriedenzustellen. Dazu gehört an erster Stelle die Röhrenprüfung.

Zweitens muß jede anerkannte Reparaturwerkstatt zumindest eine Prüfröhre von den bisher neuerschienenen erhalten.

Ich wandte mich diesbezüglich an die Röhren-, dann an die Gerätehersteller-werke. Die Antwort: Es stehen für Werkstätten keine Prüfröhren zur Verfügung, und wir bitten, sich betreffend Röhrenkauf an die HO- oder Konsumverkaufsstellen zu wenden.

Meine zuständige RFT-Niederlage, Anlagenbau Cottbus, teilte mir ebenfalls mit, daß zur Zeit die gewünschten Prüfröhren nicht am Lager sind.

Wer liefert uns Vertragswerkstätten oder auch anderen Rundfunkwerkstätten die unbedingt nötigen neuen Prüfröhren der 190er- und 80er-Röhren?

Jeder Fachmann weiß, daß bei den heutigen üblen, zeitraubenden Aussetzfehlern erstens eine Röhrenprüfung und zweitens eine einwandfreie Prüfröhre das allerwichtigste sind.

Wieviel Zeit wird gespart, wenn obige Voraussetzungen gegeben sind!

*Wilhelm Olbert, Lauchhammer I*

**Kombination von Potentiometer und Schalter**

Ein Lautstärkeregler (Potentiometer) mit angebautem Netzschalter wird heute in fast jedem mehrkreisigen Rundfunkempfänger verwendet. Im allgemeinen werden zwei Arten auf den Markt gebracht: Einmal schaltet das Potentiometer bei Linksanschlag aus, das andere Mal findet ein Druck-Zug-Schalter Anwendung. Beide Arten haben ihre Vorzüge und Nachteile. Während man beim Regler, der bei Linksanschlag ausschaltet, mit dem Wiedereinschalten warten muß, bis der Empfänger spielt, um die Lautstärke richtig einregeln zu können, hat demgegenüber der Druck-Zug-Schalter den Nachteil, daß der Bedienungsknopf je nach Konstruktion entweder in der Stellung Ein oder Aus herausragt, wodurch das harmonische Bild des Empfängers gestört wird.

Es wäre nun eine dankbare Aufgabe der Industrie, ein Potentiometer zu entwickeln, das ein Ausschalten des Empfängers ohne Veränderung der Lautstärke und ohne Hervorstehen des Bedienungsknopfes zuläßt.

Man könnte den Druck-Zug-Schalter zum Beispiel so konstruieren, daß der Knopf nach dem Schaltvorgang wieder in seine alte Lage zurückspringt. Bei jedem Zug wird also abwechselnd ein- oder ausgeschaltet. Ich habe mit einfachen Mitteln ein Potentiometer in dieser Art umgebaut, das sich tadellos bewährte.

Auch bei einem Potentiometer mit Drehschalter ist, wenn man von der Skalenbeleuchtung absieht, äußerlich keine Kontrolle der Schaltstellung möglich, während aber der beschriebene Regler die gewünschten Vorzüge sowohl der unveränderten Lautstärkeeinstellung als auch einer harmonischen Empfängeransicht zuläßt.

*Joachim Flach, Zittau*

**Löschen des Bandes**
**beim RFT-Tonbandgerät BG 19-1**

(Siehe DEUTSCHE FUNK-TECHNIK, H. 4/53, S. 118, und H. 10/53, S. 320)

Als vor nunmehr zwei Jahren mit der Fertigung des RFT-Tonbandgerätes Type BG 19 begonnen wurde, lagen klare und eindeutige Forderungen vor, die die bisherige Ausführung unseres Gerätes in jeder Form rechtfertigten. Nach seinem Erscheinen im Handel machte jedoch zusätzlich ein großer Interessentenkreis Ansprüche auf das Gerät geltend, der bei der Entwicklung nicht als Verbraucher vorgesehen war.

Folgende Gesichtspunkte wurden bei der Entwicklung berücksichtigt: Es sollte ein Magnettonwiedergabegerät für Schulfunkzwecke geschaffen werden, das bei möglichst langer Laufdauer das Abspielen bespielter Bänder gestattet. Die Möglichkeit zur Durchführung von Magnettonaufnahmen war nicht unbedingt gefordert und ergab sich im Laufe der Entwicklung als angenehme Beigabe. So und nicht anders wünschen die technisch verantwortlichen Stellen der RFT das Magnettongerät BG 19 aufgefaßt.

Wenn das BG 19 sich heute trotz der bei der Entwicklung gemachten Vorbehalte einer immer größeren Beliebtheit erfreut, zeigt dies die Richtigkeit des von der RFT beschrittenen Weges. Es konnten durch die konsequente Einhaltung eines größeren Fertigungsprogrammes wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die nun bei der Neukonstruktion in Anwendung gebracht werden sollen.

Selbstverständlich sind sich die verantwortlichen Stellen darüber einig, daß eine Fremdlöschung kaum noch tragbar ist. Wenn wir auch bestreiten, daß durch die Löschung mit einer Drossel ein Restbrumm auf dem Bande verbleibt, so ist diese Methode doch als wenig elegant und nicht dem Stande der Technik entsprechend zu bezeichnen. Es laufen deshalb schon seit längerer Zeit in unserem Labor umfangreiche Versuche, um hier Abhilfe zu schaffen, und es wurde auch ein permanentmagnetischer Löschkopf in die engere Wahl einbezogen.

Grundsätzlich ist gegen dieses Verfahren nichts einzuwenden, und es dürfte fertigungstechnisch den geringsten Aufwand erfordern.

Nach den oben gemachten Ausführungen ist es nun wohl auch klar, daß wir keinerlei Veranlassung haben, unser Magnettongerät mit dem Einspursystem zu fertigen. Hinzu kommt die in allernächster Zeit zu erwartende Lieferung von magnetisch harten Bändern, die mit unserem Gerät fast den doppelten Pegel der bisher verwendeten C-Bänder abgeben. Die halbkommerziellen Verbraucher haben somit die Möglichkeit, bei hinreichender Wiedergabequalität die Hälfte des Bandes zu verwenden, während alle anderen die Vorteile der Doppelspur ausnützen können.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß sich die zuständigen Stellen der RFT wohl über die Mängel des Magnettongerätes BG 19 im klaren sind, und zwar besonders da, wo die Anforderungen über den Rahmen des gedachten Verwendungszweckes hinausgehen.

Wir bitten deshalb alle derzeitigen und zukünftigen Besitzer unseres Magnettongerätes, sich die Grenzen zu vergegenwärtigen, die einmal durch das Verfahren selbst und ferner durch den von uns fertigungstechnisch zu verantwortenden Aufwand bedingt sind. Daraus ergibt sich automatisch die eindeutige Festlegung der Anwendungsmöglichkeiten unseres Magnettongerätes BG 19, die sowohl für die Industrie bei der Entwicklung neuer Geräte als auch für den Verbraucher beim Kauf und bei der Benutzung verbindlich sind.

*VEB Funkwerk Leipzig*

---

*Wir weisen darauf hin, daß in den Betrieben der volkseigenen Wirtschaft der Bezug von Fachzeitschriften und Fachbüchern auf Grund der 2. Durchführungsbestimmung zur Verordnung über die Bildung und Verwendung des Direktorfonds (§ 7, Ziffer 1, Gesetzblatt der DDR Nr. 106/53) nunmehr auch aus dem Direktorfonds II finanziert werden kann.*

# Literaturkritik und Bibliographie

## Das fortschrittliche Fachbuch, Helfer der Aktivisten

Hunderttausende sind es bereits, deren Leistungen als Aktivisten wir bisher feierlich würdigten, da die Arbeit in der volkseigenen Wirtschaft nicht wie in der kapitalistischen Wirtschaft eine Fron der Mehrheit der Bevölkerung für die Profite einer ausbeutenden Minderheit ist, sondern die ständig höheren Produktionsleistungen den Werktätigen selbst zugute kommen. Für immer größere Teile der werktätigen Bevölkerung sind ihre steigenden Arbeitsleistungen Ausdruck ihrer Liebe zu Volk und Vaterland und ihres aktiven Kampfes für den Frieden.

Mit ihren großen Leistungen beweisen die Aktivisten zugleich, daß sie Meister ihres Faches sind. Im Gegensatz zu den Methoden, mit denen der Kapitalismus aus den Werktätigen Leistungen herauspreßt, erringen unsere Aktivisten ihre Erfolge ohne Raubbau an ihrer Arbeitskraft. Sie meistern erfolgreich die neue Technik und sorgen für eine ausgezeichnete Organisation des Arbeitsablaufs. Damit geben sie allen Werktätigen ein Beispiel.

Die Voraussetzung für Aktivistenleistungen sind hervorragende Fachkenntnisse. Ein entscheidender Mittler solcher wertvoller Produktionserfahrungen ist das fortschrittliche Fachbuch. Die Praxis zeigt uns täglich, wie zahllose Aktivisten durch das eifrige Studium der fortschrittlichen Fachliteratur lernten, das Wesentliche in den vor ihnen stehenden Aufgaben zu erkennen und erfolgreiche Methoden zu ihrer Lösung anzuwenden.

Solche Fachbücher sind auch auf dem Gebiet des Funkwesens bereits im Fachbuchverlag in Leipzig erschienen. Das Fachbuch von Megla über „Dezimeterwellentechnik" ist gegenwärtig das grundlegende Werk auf seinem Gebiet. Es setzt bereits Fachkenntnis voraus und findet Interessenten vornehmlich unter den Fachschülern sowie den Technikern und Ingenieuren unserer funktechnischen Produktionsbetriebe. Das Gleiche gilt für das Werk von Dipl.-Ing. Raschkowitsch über „Phasenwinkelmodulation". Der sowjetische Autor Tschestnow gibt in seinem Buch „Aus dem Reich der Radiowellen" dem Berufsnachwuchs und dem interessierten Laien eine anschauliche Einführung in die Wellentechnik. Spezialisiert auf die Probleme des Rundfunks, jedoch ebenfalls ohne Vorkenntnisse zu studieren, ist die „Einführung in die Funktechnik" von Conrad.

Für Facharbeiter, Meister und Ingenieure unserer funktechnischen Produktionsbetriebe ist das Werk „Elektrotechnik des Rundfunktechnikers" von Baurat Josef Kammerloher bestimmt. Ing. Günther Fellbaum erläutert für Facharbeiter und Fachschüler mathematische Grundlagen der Funktechnik in seinem Werk „Einführung in die Elementarmathematik für Elektro- und Funkpraktiker". Eine allgemeine „Einführung in die KW- und UKW-Empfängerpraxis" erfolgt in dem gleichnamigen Werk von Oberingenieur Karl-August Springstein.

Alle Buchhandlungen, gesellschaftlichen Organisationen, Technischen Kabinette und Betriebsbüchereien haben die bedeutende Aufgabe, in engster Zusammenarbeit die Werktätigen systematischer und umsichtiger als bisher auf die Fachliteratur und auf die Bedeutung des Studiums und der Nutzanwendung der Fachliteratur hinzuweisen. Sie leisten auf diese Weise einen wichtigen Beitrag zum Aufbau eines Lebens in Frieden und Wohlstand für die Bevölkerung der Deutschen Demokratischen Republik.

## Sowjetische Fachliteratur

Unseren werktätigen Menschen in der Deutschen Demokratischen Republik, die in steigendem Maße die Kultur und das Leben des Sowjetmenschen studieren, all denen, die nach eifrigem Studium die russische Sprache beherrschen, ist die sowjetische Literatur bereits zum Freund und Helfer geworden.

Alle friedliebenden Menschen fühlen sich eng verbunden mit den Werktätigen der Sowjetunion, deren Hauptfunktion und Wesensinhalt die Sorge um das Wohlergehen des gesamten Sowjetvolkes, um die Stärkung der Kraft des Sowjetstaates ist.

Die sowjetische Literatur strahlt die Kraft dieser Sowjetmenschen hinaus in die Welt und formt neue Kämpfer, die bereit sind, an ihrer Seite für die Erhaltung des Friedens, für das Glück und den Wohlstand der gesamten Menschheit zu kämpfen.

Um unsere Jugend, unsere Arbeiter und Angestellten, Ingenieure und Wissenschaftler mit der zur Zeit in der Deutschen Demokratischen Republik vorhandenen sowjetischen Literatur in russischer Sprache auf unseren Fachgebieten vertraut zu machen, veröffentlichen wir einen Auszug aus dem Katalog der LKG, Hauptabteilung Kniga Berlin.

Andirowitsch, E. N., *Der elektrische Strom.* „Gostechisdat", 1952, 64 Seiten, Broschiert —,45 DM

Granowski, W. L., *Der elektrische Strom in Gasen.* „Gostechteoisdat", 1952, 432 Seiten, Ganzleinen 10,35 DM

Kubezki, L. A., *Sekundäre Elektronengeräte.* „Prawda", 1951, 30 Seiten, Broschiert —,25 DM

Kuschmir, J. M., *Das sowjetische Elektronenmikroskop.* „Snanie", 1952, 32 Seiten, Broschiert —,25 DM

Ljubtschik, M. A., *Die automatischen Steuerapparate elektrischer Maschinen* (Lehrtabellen). „Gosenergoisdat", 1952, 19 Tabellen, 18,— DM

Lopatin, B. A., *Röhrengalvanometer für Gleichstrom.* „Gosenergoisdat", 1952, 190 Seiten, Broschiert 3,15 DM

Mansurow, N. N., und Popow, W. S., *Theoretische Elektrotechnik*". „Gosenergoisdat, 1952, 528 Seiten, Halbleinen 5,20 DM

Ogurzow, A. I., *Die Dispatcherisierung in der Hydromechanik.* „Gosstroiisdat", 1952, 24 Seiten, Broschiert —,25 DM

Rakow, W. J., *Röntgenröhren.* „Gosenergoisdat", 1952, 260 Seiten, Halbleinen 4,55 DM

Skanawi, G. I., *Dielektrische Polarisation und Verlust bei Glas und keramischem Material mit hoher dielektrischer Permeabilität.* „Gosenergoisdat", 1952, 174 Seiten, Halbleinen 3,30 DM

Teodortschik, K. F., *Selbsterregende Schwingungssysteme.* „Gostechteoisdat", 1952, 272 Seiten, Ganzleinen 4,— DM

Waldgard, S. L., *Die Elektrizität in der modernen Technik.* „Gosenergoisdat", 1952, 144 Seiten, Broschiert 1,70 DM

Boikewitsch, M. I., u. a., *Die Nachrichtenstrecke der ausgezeichneten Qualität.* „Transsheldorisdat", 1952, 84 Seiten, Broschiert 0,70 DM

Dogadin, W. N., *Neue Technik der Radiofikation des Dorfes.* „Gosenergoisdat", 1952, 64 Seiten, Broschiert —,70 DM

Chaikin, S. E., *Wörterbuch für Radioamateure.* „Gosenergoisdat", 1952, 316 Seiten, Halbleinen 5,60 DM

Doluchanow, M. P., *Ausbreitung der Rundfunkwellen.* „Swjasisdat", 1952, 488 Seiten, Ganzleinen 6,55 DM

Katzmann, J. A., *Grundlagen der Berechnung von Rundfunkröhren.* „Gosenergoisdat", 1952, 272 Seiten, Halbleinen 5,— DM

Ljutow, S. A., *Radiostörungen durch Elektroanlagen und ihre Abstellung.* „Gosenergoisdat", 1952, 80 Seiten, Broschiert —,85 DM

Muronzew, W. W., *Lautverstärker und Elektroakustik.* „Goskinoisdat", 1951, 476 Seiten, Ganzleinen 5,75 DM

Nowakowski, S. W., Samoilow, G. P., *Fernsehempfang.* „Gosenergoisdat", 1953, 144 Seiten, Broschiert 1,80 DM

Ochotrikow, W. D., *In der Welt der erstarrten Töne.* „Gostechteoisdat", 1951, 46 Seiten, Broschiert —,25 DM

Saizew, W. F., *Der Fernsehempfänger KWN-49.* „Swjasisdat", 1952, 78 Seiten, Broschiert —,95 DM

Spishewski, I. I., *Batterien für Röhrenempfänger.* „Gosenergoisdat", 1952, 16 Seiten, Broschiert —,20 DM

Troizki, L.W., *Wie baue ich einen einfachen Netzanschlußempfänger?* „Gosenergoisdat", 1952, 24 Seiten, Broschiert —,25 DM

Dr. Horst Rothe

**Die Röhre im UKW-Empfänger**

Franzis-Verlag, München

Dem ersten, im Heft 1/52 der DEUTSCHEN FUNK-TECHNIK bereits besprochenen Band: FM-Demodulatoren und Pendelempfänger folgten nunmehr die Bände II und III.

Band II: Mischstufen, 112 Seiten, 87 Bilder, von Dr. R. Cantz und Dipl.-Ing. A. Nowak bringt nach eingehender Problemstellung der verschiedenen Arten einer Frequenzumsetzung an Hand instruktiver Spiegelungsdiagramme eine ausführliche Darstellung über die Schaltungen, funktionellen Bedingungen und Störerscheinungen moderner UKW-Mischstufen. Die anschließenden Aufsätze befassen sich mit den Spezialfragen der UKW-Mischung in Mehrgitterröhren und der additiven Mischung in Trioden.

Band III: Zwischenfrequenzstufen, 144 Seiten, 56 Bilder, 2 Tafeln, umfaßt eine Aufsatzreihe über die Themen: „Der Zwischenfrequenzverstärker im UKW-Rundfunkempfänger" von Dr. Schaffstein und Dipl.-Ing. Schiffel, „Das Empfängerrauschen bei AM- und FM-Empfang" von Dipl.-Ing. A. Nowak sowie „EF 800 und EF 802, zwei Breitbandverstärkerröhren für kommerzielle Zwecke" von Dr. Dahlke. Die Darstellungen sind in sich abgeschlossen, wobei die Veröffentlichung von A. Nowak, die alle für die moderne Empfangstechnik wichtigen Rauschprobleme erstmalig in übersichtlicher Form zusammenfaßt, besonders zu schätzen ist.

Beachtenswert für diese beiden Bände ist auch die Tatsache, daß die gewählten Themen über die grundsätzliche und rechnerische Behandlung hinaus Schaltungen und Kurvenscharen für die praktische Dimensionierung enthalten, so daß das Werk für jeden, der sich mit dem Entwurf und der Bemessung von UKW-Schaltungen befaßt, eine verläßliche Arbeitsunterlage darstellt.

*Fellbaum*

Dr.-Ing. F. Kirschstein,
Dr.-Ing. H. Krawinkel

**Fernsehtechnik**

H. Hirzel Verlag, Stuttgart

288 Seiten, 231 Abbildungen und 5 Bildtafeln

Die Fernsehtechnik hat sich heute zu einem wichtigen Gebiet des Fernmeldewesens entwickelt, und es kann ohne Übertreibung festgestellt werden, daß es für den Hochfrequenztechniker kein wichtigeres Thema gibt als das im vorliegenden Lehrbuch behandelte. Als Einführung in die gesamte Fernsehtechnik dient das nützliche Werk in erster Linie dem Studierenden der Elektrotechnik und Physik, der sich mit den Fragen des Fernsehens beschäftigen will. Schwierige mathematische Berechnungen wurden vermieden, so daß auch der Inhalt dem Leser mit geringen mathematischen Kenntnissen leicht verständlich ist. Angefangen von den Grundlagen der Fernsehtechnik behandeln die Verfasser den inneren und äußeren Fotoeffekt, die Verstärkung der Fotozellenströme, die Bildaufnahme und -wiedergabe, Fragen der Synchronisation, die Verstärkung der Bildströme und die Modulation der Trägerschwingung mit dem Signalgemisch. Der Abschnitt Fernsehrundfunk und hier insbesonders die zwar kurze aber übersichtliche Behandlung der Studios, des Regie- und Übertragungsraumes im Fernsehhaus sowie die Fernsehweitverbindungen vermitteln dem Leser einen guten Einblick in die Probleme der Sendetechnik. Durch den Ganzleineneinband erhält das gut ausgestattete Werk die für ein Handbuch erforderliche Festigkeit. Der Gebrauchswert wird durch ein ausführliches Sachregister erhöht. Für das Quellenstudium dient ein umfangreiches Literaturverzeichnis.

*Läubrich*

*Im Fachbuchverlag erschien ein neuer 60 Seiten umfassender Fachbuchkatalog für die Sachgebiete Energietechnik, Elektrotechnik, Funk- und Fernmeldetechnik. Interessenten erhalten diesen Sachgebietsprospekt kostenlos beim Buchhandel oder durch den Verlag (Fachbuchverlag GmbH, Leipzig W 31, Karl-Heine-Straße 16).*

GESCHÄFTSERÖFFNUNG




Elektro · Radio · Phono

Großhandlung und Handelsvertretungen

**LEIPZIG C 1, Georgiring 10, Ruf 60912**

Angebote in einschl. Material aus laufender Fertigung und Überplan erbeten




**Kurt Schellenberg**
in Verwaltung
**Leipzig C 1,** Goldschmidtstr. 22
Telefon 63317

***Großhandlung für Elektro-, Radio- und Phonobedarf***

empfiehlt ein reichlich sortiertes Lager

Versand nach auswärts schnellstens

Ihre Bezugsquelle für Rundfunkteile




**KARL BORBS K. G.**
**LEIPZIG**

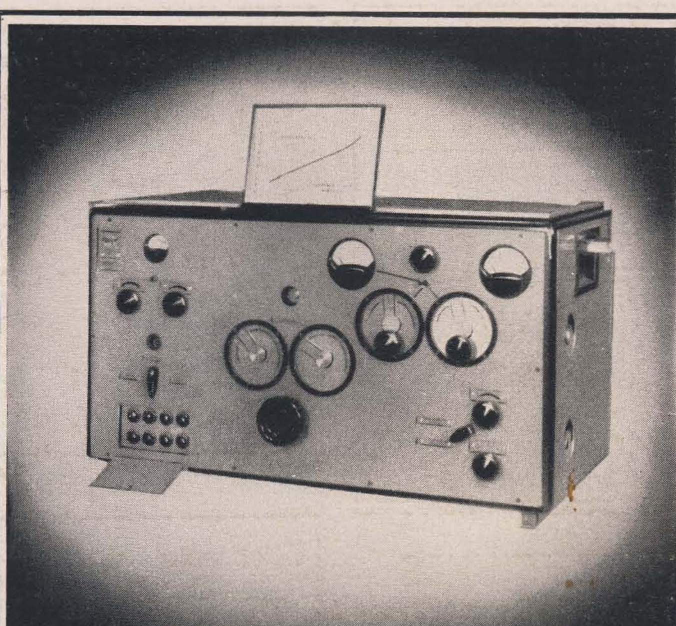
**Einbanddecken 1952/53**
für die Zeitschrift „DEUTSCHE FUNKTECHNIK“ liefert bei Vorauszahlung von DM 2,30 einschl. Porto. Einbinden einschl. Decke DM 5,50 + Porto.
**Buchbinderei Günter Otto, Mahlow / Kreis Zossen**
Drosselweg 11, Postscheckkonto Berlin 26720

**Standard-Signal-Generator**
General-Radio - 9,5 KHz - 30 MHz, 0,1 µV bis 0,1 V Mod.-Grad 0-50%, stetig einstellbar. Preis 5850.- DM
Angebote unter DM 200 an die DEWAG-Werbung, Jena.

RÖHREN LS 50
zu kaufen gesucht.
HF-Plasticverarbeitung
**Werner Gieb, Limbach-Oberfrohna 1**
Maxim-Gorki-Straße 3

Verkaufe: **Meßsender, Kathodenstrahl-Oszillograph, Tongenerator und drei verschiedene Röhrenvoltmeter.**
Genaue Auskünfte mit allen Angaben bitte zu erfragen unter DL 10367 an DEWAG-Werbung, Leipzig C 1, Katharinenstraße 3.

*Deine Fachzeitschrift hilft dir bei deiner Arbeit*



Empfindlichkeitsmeßsender
9—15, 15—30, 30—100 cm

Kapazitiver Spannungsteiler
λ = 8 ... 100 cm

Scheinleitwertmeßbrücke
0,1 — 300 kHz

Kathodenstrahl-Oszillograph

Spektrometer
λ = 3 ... 12 cm

Eichleitungen
f = 0 ... 1 MHz, symm. u. unsymm.

Oktavbandpaß
f = 35 Hz ... 19,2 kHz unsymm.

Meßleitung
λ = 2,5 ... 4 cm

**MESSGERÄTE**
FÜR FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG




**VEB WERK FÜR FERNMELDEWESEN**
**Berlin-Oberschöneweide, Ostendstraße 1-5**